В. ЦЕРЛИНГ

РАСТЕНИЯ РАССКАЗЫВАЮТ

Библиотечка пионера

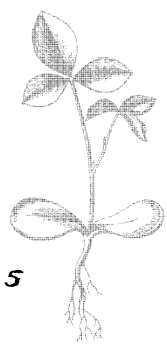
Знай и умей

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

БИБЛИОТЕЧКА ПИОНЕРА
«Знай и умей»

В. ЦЕРЛИНГ

РАСТЕНИЯ РАССКАЗЫВАЮТ



МОСКВА «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА» 1975

Scan AAW

58
Ц45

Научно-популярная литература

Автор книги «Растения рассказывают» — заслуженный деятель науки РСФСР биолог В. В. Церлинг. Она многие годы исследовала жизнь растений, их питание и научилась понимать «язык» растений; узнавать по их внешнему виду и с помощью химических анализов, в чем нуждаются растения, какой пищи им не хватает. Об этом и о других интересных сведениях из жизни растений Вера Владимировна и рассказывает в своей книге.

Рисунки В. Соболевского

Ц $\frac{70803-274}{М101(03)75}$ 453—75

РАСТЕНИЕ РАССКАЗЫВАЕТ ОБ УСЛОВИЯХ СВОЕЙ ЖИЗНИ

Растение и климат

Где бы ты ни жил, мой читатель,— в Фергане, на Чукотке или в подмосковном поселке, читая эту книгу, тебе придется окинуть взором нашу землю с севера на юг.

Заполярье. Природа здесь очень своеобразна. Бо́льшая часть года не имеет привычной смены дня и ночи. Зимой — круглые сутки ночь, а летом солнце светит днем и ночью, не спускаясь за линию горизонта.

Зима очень холодная и земля промерзает так глубоко, что за короткое и прохладное лето она даже не успевает полностью прогреться и оттаять. Поэтому на некоторой глубине образовался слой вечной мерзлоты. Корни растений в промерзлой земле не проникают глубоко. А известно, что чем глубже и мощнее развиваются корни, тем сильнее они «переделывают» землю. Когда растения отмирают, их корни и другие остатки, разлагаясь, обогащают землю органическим веществом и тем делают ее богаче, плодороднее.

На севере из-за нехватки тепла остатки растений плохо разлагаются. Вот почему слой почвы в этом краю не только не глубокий, но и очень бедный питательными веществами, а при обилии осадков часто и заболоченный. Если еще учесть прохладное и короткое лето, то станет ясным, что эти суровые условия стали причиной своеобразного растительного мира.

В долинах обычны ели, вересковые, папоротники, лишайники, морошка, брусника, а на пониженных и заболоченных местах главенствуют корявые низкорослые сосны, кустарники-богульники, разные мхи, клюква. Зато на горных возвышениях растительность более разнообразна и интересна. К особым условиям севера здесь добавляется еще влияние изменений климата с подъемом в гору, так называемая вертикальная зональность растительности.

Представим себе, что мы находимся в Мурманской области, недалеко от города Кировска. Солнце с утра до утра не заходит и отражается в спокойных водах озера Вудъяврчор. Вокруг горы. На более плоском берегу раскинулся город. Справа от него, в горах, рудники, там добывают апатит — богатейший фосфором минерал, зелено-серые кристаллы которого ярко блестят на солнце. Горы и долины покрыты растительностью.

В долинах — высокие, остроконечные ели, а в их тени хорошо себя чувствуют папоротники, вересковые и мелкие ягоднички: морошка, брусника, черника и другие. Чуть повыше, на склоне горы, очень забавные ели,— стоят они точно в юбках: ветви на середине их ствола срезаны. Виноваты в этом зимние вьюги. Они гонят поверх настила снега тонкие и острые корочки льда, которые и срезают ветки у елей.

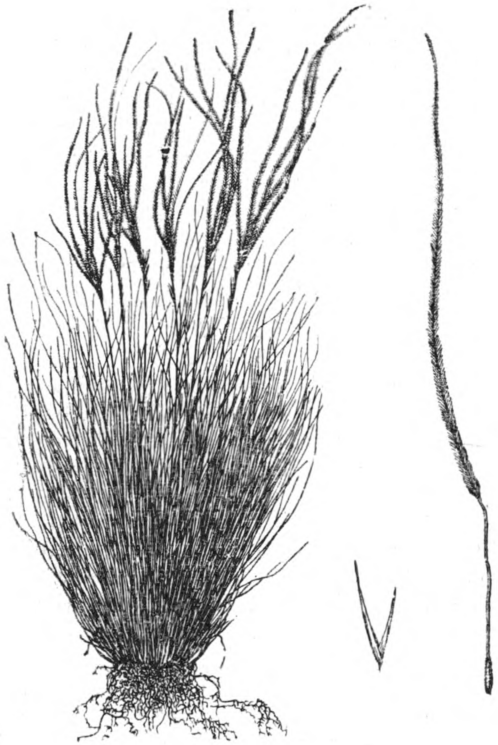
Так ель указывает глубину снежного покрова в этой местности.

Еще выше найдете не менее удивительную березу. Она стелется по земле, да так, что сесть можно только на нее, а не под нее. Прижимаясь к земле и скрываясь под снегом, береза спасается от зимней стужи.

Поднимемся еще выше. Здесь нет деревьев, какие мы привыкли видеть в лесу. На зеленой лужайке среди разноцветных маков и других цветов попадается кустарник. Листья хоть и мелкие, но напоминают березу, а кора стволиков — кору березовых ветвей.

Это особая береза — полярная, или карликовая. Она растет в виде куста и никогда не имеет высоких крупных стволов.

Повыше в западинках еще много снега. Он подтаивает. Ручейки сливаются в ручьи, а затем в стремительную горную речку, чьи студеные и прозрачные воды вливаются в озеро Вудъяврчор.



Растение степи — ковыль.
Справа — цветок и семя с волосистой летучкой.

Много воды, мало тепла, неглубокие бедные почвы— вот условия жизни растений на севере, в тундре. Своим своеобразием растения отмечают эти условия.

Иная картина в других местах, ближе к югу. Какую растительность увидим мы, если попадем в окрестности Ленинграда, Вологды, Перми, Москвы или на Урал, в Сибирь? Леса здесь дремучие, многокилометровые. Это зона тайги. На севере тайги больше хвойных деревьев: ели, сосны, кедры, пихты, лиственницы, а на юге главенствуют береза, дуб, липа, ясень, тополь.

В тайге больше тепла, лето длиннее, чем в тундре, а

Растение пустыни — верблюжья колючка.

влаги не меньше. Мощными корнями деревья разрыхляют землю на большую глубину и достают оттуда питание.

Растительные остатки в тайге хорошо разлагаются, но вместе с водой уходят в землю. Поэтому верхние слои почвы там бедны.

Южнее, в районах Курска или Харькова, больших дремучих лесов не встретишь. Лишь дубравы. Тут главенствуют травы. Взору открываются широкие степи, покрытые травой, среди которой серебрится ковыль. Периоды без морозов в степи намного длиннее, чем в тайге. Но влаги меньше и часто бывают засухи.

Зато остатков в виде листьев и стеблей у степных трав больше, чем у деревьев. С деревьев опадают только желтые высохшие листья, изредка ветви и сучья; стволы падают редко, лишь когда дерево стареет. Травы же каждую осень сбрасывают и листья и стебли, а весной вновь отрастают.

Кроме того, в степной полосе материнская порода (поверхностный слой земли, на котором развиваются растения и который превращается в почву) более плодородна, чем в тундре и тайге. Сочетание тепла, влаги, богатой породы, густой растительности способствовало образованию самой тучной, самой плодородной почвы на земле — чернозема.

Большинство черноземов распахано и используется под посевы. Нетронутую, непаханную и некосимую, степь с ковылем можно увидеть только в степном заповеднике под Курском. Почвоведы и ботаники, изучая в заповеднике взаимодействие степной растительности и почвы, установили закономерности образования чернозема.

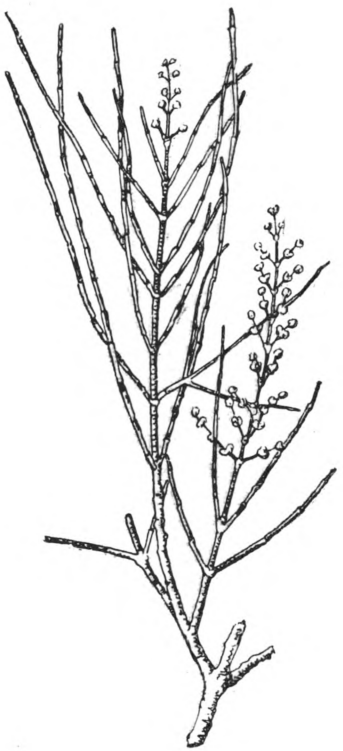
С помощью этих знаний человек добивается, чтобы ценные свойства чернозема не терялись при его распашке, а, наоборот, повышались.

Южнее черноземных степей мы попадаем в еще более сухие и жаркие области — в полупустыни. А переплыв Каспийское море, окажемся в зоне среднеазиатских пустынь. Лето здесь не только длинное, но и очень жаркое. Тепла и света в избытке. Но влаги не хватает: сухо в пустыне. Конечно, и растительность здесь иная, пустынная. У растений листья либо узкие и их мало, либо их нет совсем и вместо листьев растут колючки. Чем меньше у растения площадь листьев, тем меньше оно испаряет воды. Опушенность листьев и стеблей, восковой налет на них предохраняют растение от потерь воды. Нужная растению зеленая поверхность увеличена за счет коры ветвей, а иногда и коры стеблей — они зеленые.

Пустынные растения, не имея широких листьев, дают мало тени. Растет там дерево саксаул. Его крона прозрачная, как бы кружевная, потому что листьев у него нет: их заменяют ветви тонкие и зеленые. Глубокие корни саксаула охватывают большую толщу земли, но бедна пустыня и водой и пищей. Поэтому ствол его мало нарастает в толщину: древесина у саксаула такая плотная, что кусок ствола тонет в воде.

Не только у саксаула, но и у всех других многолетних растений пустынь развиваются длинные корни, и проникают они на большую глубину, чтобы достать воду.

Весной пустыня очень красива — вся расцвечена



Ветка саксаула.

Солянки — растения засоленных почв. Слева — цветок.

ярким ковром тюльпанов, маков, ромашек, дельфиниумов. Зеленый фон создают мятлики, осочки, пыреи. Это очень своеобразная растительность пустыни. Она оживает рано весной и использует кратковременный запас зимне-весенней влаги в почве.

Но вот запас воды иссяк, солнце нещадно палит, и все эти растения погибают. Их жизнь короткая: всего несколько недель. Поэтому и называются они эфемерами (от греческого слова «эфемерос» — мимолетный, скоропреходящий).

В районах с жарким и сухим климатом местами образуются своеобразные почвы: засоленные. Солнце и ветер иссушают землю, влага из нижних горизонтов поднимается кверху. Вода испаряется, а растворенные в ней соли остаются наверху, засоляя почву. Этот процесс идет постоянно, и почва засоляется сильно. В таких местах выживает только особая растительность, среди которой многие так и называются — солянки.

Путешествие с севера на юг нашей Родины закончилось. Вы, конечно, заметили, как сильно меняется растительность в разных районах страны. Эти изменения не случайные, а закономерные и связаны с изменением климата и почвы.

Такая же закономерность наблюдается и на других материках, она общая на всей Земле. Это хорошо видно, если посмотреть климатическую карту мира, геологическую, почвенную: зоны растительности совпадают с этими природными зонами.

Итак, растительность располагается на Земле не как попало, а в зависимости от определенных условий: тепла, влаги, пищи и качества почвы. Их называют факторами или условиями жизни растений.

Книга наша посвящена одному из этих факторов — почве как источнику пищи растений.

В нашей стране науку о почве создал ученый Василий Васильевич Докучаев. Его учение о почве признано всем ученым миром и легло в основу мирового почвоведения. Он научно обосновал теснейшую связь, существующую между почвой и растениями. Он доказал, что растение является одним из важных преобразователей почвы. Поверхностный слой земной коры, сложенной из горной породы, постепенно разрушается под действием различных температур, ветра, воды.

Растения, поселившись на такой частично разрыхленной породе, в свою очередь разрушают ее своими корнями, удобряют отмершими остатками, постепенно переделывают ее.

Связь растений с почвой

Связь растений с почвой человек заметил давно. Еще в древние времена люди пользовались этим. Они увидели, что есть такие растения, которые особенно хорошо растут на влажной почве — камыш, тальник, ольха, тростник — и стали в таких местах искать воду и рыть колодцы.

Вспомним нашего величайшего русского ученого М. В. Ломоносова. Он не только был поэтом, писателем, химиком и физиком, но он любил наблюдать природу. От его взора не скрылась связь растений с почвой. Он

Камыш. Слева — его стебель, корневище и соцветие.

писал, например, о том, что на землях, богатых железными рудами, растения плохо растут, становятся бледными и мелкими.

Прошло много лет. Геологами, ботаниками и почвоведами проведено много специальных исследований. Установлено, что одно и то же растение лучше растет в одних условиях и хуже в других, одно выживает при высоких концентрациях каких-либо элементов, а другое погибает. Выяснено, что изменение внешнего вида растения, иногда его уродство, связано с избытком в земле каких-то соединений. Найдены растения и даже целые сообщества (группы разных растений, произрастающих вместе), которые растут на земле, богатой тем или иным металлом — цинком, никелем, кобальтом, медью или марганцем. Растения обогащаются этими соединениями. И тогда их химический состав может указывать на свойства почвы. По растениям можно судить не только о качестве почвы, но и о характере горной породы, о составе грунтовых вод — соленые они или пресные, глубоко залегают или мелко и т. д. Вот почему в поисковых партиях геологов теперь можно встретить и химиков и ботаников.

Находить полезные ископаемые помогает хороший

или плохой рост растения, его главенствование в травостое, а также и другие признаки растений, особенно их уродства.

На глинах, содержащих много гипса — сернокислого кальция, изень, например, растет не в высоту, как обычно, а в ширину, образуя подушку из мелких ветвей.

Есть такие химические элементы в почве, которые в малых количествах полезны растению, стимулируют его рост, а в больших количествах становятся ядами.

Таков бор. Там, где его немного, растения бывают гигантами. Но если увеличивать количество бора, растение плохо растет, сильно ветвится, изменяется форма его куста и окончания ветвей. При еще большей концентрации бора у многих растений появляются стелющаяся форма, карликовость; они не цветут, корни отмирают, и растение в конце концов гибнет.

Медь тоже вызывает карликовость и, кроме того, изменяет цвет венчика цветка из розового в синий.

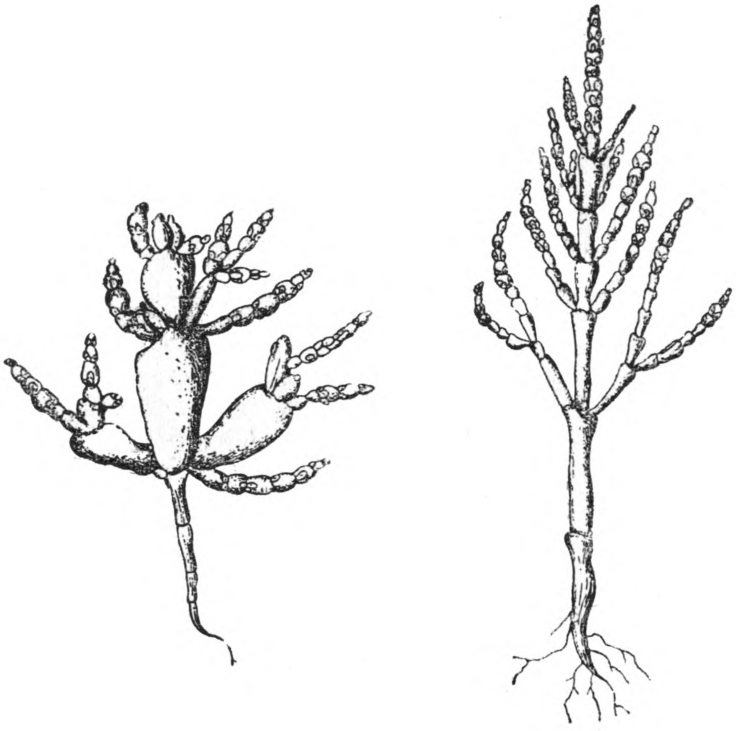
На почвах, богатых железом, образуется ярко-зеленая листва, которая осенью внезапно желтеет. У гортензии венчик становится голубым. Способность цветков гортензии менять окраску в зависимости от состава питательных солей используют цветоводы: голубые цветы они полу-

Тростник. Справа — его соцветие, метелка; ниже — колосок с цветками.

чают, удобряя почву слабым раствором солей железа (хлорного или лимоннокислого). Розовую окраску можно вызвать, поливая гортензию слабым раствором марганцовокислого калия. Эта же соль окрашивает лепестки астр в пурпурный цвет.

Высокая концентрация марганца вредна: он разрушает зеленый хлорофилл и листья обесцвечиваются. Малое содержание нефти действует на растение как

Изень. Слева — избыток в почве гипса вызвал уродство изеня: образовалась подушка из сильно разветвленных коротких веток.



Солерос — растение солончаков. Слева — уродливая форма: растение выросло на почве с избытком бора; справа — нормальное растение.

усилитель, стимулятор роста — появляются гигантские растения. Большие количества нефти в почве угнетают растение: на стебле образуются вздутия; позже эта ткань отмирает и стебель изгибается, скручивается. Обычно у сочных солянок на ветвях небольшого кустика сидят редкие листья. Если же в почве избыток нефти, солянка сильно ветвится, появляются короткие ветви и образуется шарообразный куст.

Растения, особенно глубокоукореняющиеся, рассказывают о качестве залегающих пород и полезных ископаемых. Они могут указать на руду, лежащую даже на

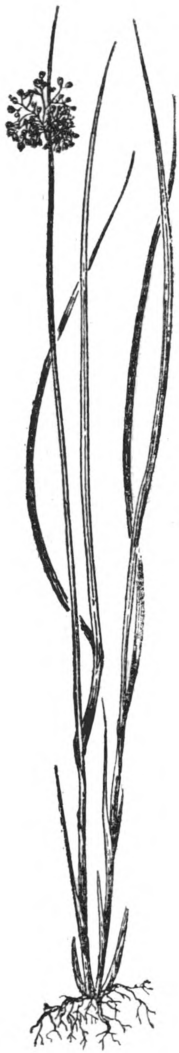
глубине 20—30 метров. Если корни растений не доходят до такой глубины, то на их состав влияют соли, растворенные в грунтовых и почвенных водах.

Геологи пользуются помощью ботаников и химиков при поисках новых месторождений.

Допустим, геологи обнаружили наличие руд. Надо выяснить, глубоко ли они залегают, широкую ли территорию охватывают. Помимо поисков, которые проводят геологи, ботаники тщательно осматривают растения, стараясь найти особенности в их ботаническом составе, в их внешнем виде. Одновременно берут растения для химического анализа, который проводят химики. Составляют карту по видам растений и по их химическому составу. Площадь, которую по состоянию растений можно считать одинаковой, очерчивают. Так геологи вместе с ботаниками и химиками уточняют границы рудного месторождения.

А могут ли растения указать уровень грунтовых вод?

О близком к поверхности залегании грунтовых вод говорит, например, хороший рост рогоза. Там, где грунтовая вода лежит низко, но не слишком глубоко, много растет таволжанки. На низинных болотах, питаемых грунтовой водой, много хвощей, осок и зеленых мхов. Если же появился белый мох — сфагнум, значит, верхний слой земли — почва не связана с грунтовой водой и растительность пользуется только атмосферными осадками. На лугах, где увлажнение временами избыточное, появляется в изобилии щучка — грубая, почти не поедаемая скотом трава.



Ситник.

На уровень грунтовых вод указывают не только травы. Деревья также говорят об этом. Буковые и грабовые леса встречаются на суглинистой почве, где грунтовые воды залегают на глубине 15—20 метров; сухие сосновые боры — на песках, где вода не ниже 5 метров. Ольха растет на суглинках, а ива — на песчаных почвах, где грунтовые воды находятся не глубже одного метра от поверхности.

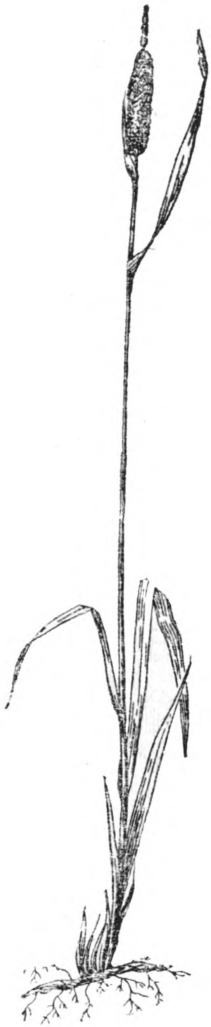
Агрономам и почвоведам растения помогают определить качество почвы. Состав и свойства почвы сильно отражаются на состоянии растений, и потому они могут много рассказать о почве.

На богатых, плодородных и некислых почвах в изобилии растут крапива жгучая, бодяга, таволга, марь белая. На песчаных

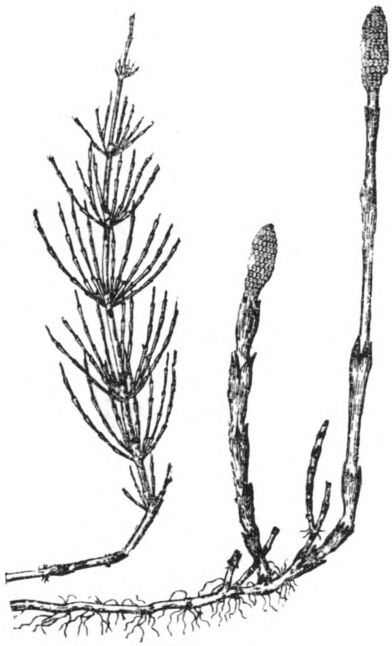
Петросимония — растение-солянка. На почвах, обогащенных нефтью, стала усиленно ветвиться и образовала шарообразный куст. Справа — нормальное растение.

бедных и кислых почвах много сивца, кошачьей лапки и щавелька. Если почва сильно уплотнилась и в нее плохо проникают воздух и вода, там главенствуют ситники, ползучий лютик и зеленые мхи. На почвах глубоких, хорошо проницаемых встречается много одуванчика, тмина и порезника.

Некоторые растения изменяются в зависимости от того, растут они на глинистых или на песчаных почвах.



Рогоз.



Хвощ.

Часто глинистые почвы (но не очень плотные) бывают более плодородны, чем песчаные. Поэтому, например, листья у ландыша на глинистых и суглинистых почвах широкие, темно-зеленые, а на песчаных, более бедных, узкие и бледные.

В сухих и жарких районах юга и юго-востока нашей страны много засоленных почв. В иных местах это целые массивы, но чаще это пятна, вкрапленные в пашни и луга, пятна, разные по степени засоления и по составу

Болотный мох — сфагнум.

Луговая трава — щучка.

Кошачья лапка.

Щавелек.

вредных солей в них. И чтобы установить, чем засолено то или иное место, кроме химических анализов почвы, используют показания растительности.

ЧЕМ КУЛЬТУРНОЕ РАСТЕНИЕ ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ДИКОГО

Что такое культурное растение и что такое дикое растение? Какое между ними различие?

Дикие растут без вмешательства человека, а культурные растения выращивает, культивирует, человек.

Слово «культура» в переводе с латинского означает возделывание, обрабатывание.

Человек вывел культурные растения из диких. Работа эта велась еще в давние времена. Первобытный человек отбирал понравившиеся ему вкусные семена, плоды, корни и сеял их поблизости от своего жилища. Чтобы плоды вырастали крупнее и вкуснее, человек поливал растение и ухаживал за ним. Год от года растение давало все более крупные семена, корнеплоды или плоды. Так было положено начало возделыванию растений — растениеводству. С тех пор появились на земле культурные растения.

Из поколения в поколение передавался опыт выращивания полезных растений. Люди отбирали самые хорошие растения и улучшали их разными приемами. Перенимая друг у друга опыт, люди обобщали приемы выращивания растений. Появилась наука о землепашестве, или земледелии. Наука о земледелии развивалась не сама по себе, а параллельно с другими науками — ботаникой, химией, физиологией растений, почвоведением. С развитием науки о физиологии растений и агрономических наук улучшать растения стало легче. Оказалось, что можно усилить рост тех органов растения, которые особенно важны для человека. И вот яблоко культурной яблони стало крупнее и слаще, чем дикой, зерно пшеницы крупнее и питательнее, чем ее дикого родича. И конечно, пшеница, яблоня и все другие культуры, выращиваемые человеком, намного урожайнее своих диких предков.

Если мы сравним колосья культурной и дикой пшеницы, увидим, что у первой они намного больше. Значит, листья и все другие органы культурной пшеницы должны работать интенсивнее, чем дикой, чтобы образовать более крупные колосья, с большим количеством зерен. Следовательно, культурной пшенице нужны лучшие условия жизни, чем дикой. Иначе она не даст хорошего урожая.

То же наблюдается у картофеля, свеклы, капусты, ягодников — у любого растения, возделываемого человеком. Поэтому требования культурного растения к условиям жизни иные, чем у дикого. Эта разница тем сильнее, чем дальше культурное растение ушло от своего предка.

Однако в какой-то мере оно осталось тем же растением: пшеница осталась пшеницей, яблоня — яблоней, свекла — свеклой и т. д. Происхождение откладывает отпечаток на требование растения к условиям существования. Например, культурная свекла происходит от приморского предка, близкого к солянкам, которые живут на берегах Средиземного моря. Видимо, с этим связано важное требование свеклы к солям натрия и калия в почве.

Свекла особенно много поглощает калия: небольшая добавка к калию натрия дает еще более высокий урожай, причем не только корней, но и сахара в них.

Недалеко от Саратова бурили скважину. Вдруг из нее вырвалась сильная струя газа и минеральной, богатой солями, воды. Она облила большую площадь, в том числе посевы. Растения, на которые попала вода, сильно пострадали, а некоторые даже погибли. Только свекла оставалась здоровой, и даже больше того: ее листья после такого «полива» стали более крепкими и плотными, чем раньше.

Требование свеклы к солям учитывается при ее выращивании. Незасоленные почвы удобряют солями калия и натрия.

Дикие растения живут в условиях, которые соответствуют их биологическим особенностям. Они приспособились к условиям жизни. А если не могут приспособиться, то погибают, уступая место более приспособленным. Этот закон естественного отбора более жизненных организмов был установлен Чарлзом Дарвином. Проявление его можно видеть в лесу, в поле, на лугу, в любом уголке природы.

Мир растений богат и чрезвычайно разнообразен. Но это разнообразие, эта изменчивость растений не случайна, а закономерна и связана с изменениями условий жизни растений.

Крупнейший советский биолог академик Николай Иванович Вавилов изучал жизнь растений в разных условиях: в горах, сухих степях и прериях, в умеренном и холодном поясах земли. Он побывал во многих уголках мира, чтобы узнать, откуда, из каких мест произошли наши культурные растения и чем они отличаются от своих диких родичей. И все это для того, чтобы увеличить число полезных растений и улучшить их качества.

Он вывел закон изменчивости растений. Этот закон помогает находить новые полезные растения и получать новые сорта с ценными качествами.

Где и как живут культурные растения? Человек сеет растения не обязательно на их родине, а там, где они ему нужны.

Чтобы растение хорошо росло и дало высокий урожай, надо позаботиться о нем. Поэтому мы тщательно рыхлим и удобряем почву: если сухо — поливаем ее, а если очень влажно — осушаем.

Конечно, и при посевах мы считаемся с особенностями и происхождением растений. Под Москвой или Ленинградом мы не будем выращивать хлопчатник или кусты чая, потому что им нужно много тепла, нужны особые почвы, которых нет в средней полосе. А на юге плохо растет картофель, ему слишком жарко и сухо там. Картофель на юге сажают не везде, а выбирают более прохладные и влажные места.

ЧТО ТАКОЕ ПОЧВА И ЕЕ ПЛОДОРОДИЕ

Бывали ли вы на высоком берегу реки или оврага? Наверное, бывали, и не раз. На таком крутом обрыве видно, что земля слоится. Сверху она темная, потом идет слой светлее. Ниже может быть бурый слой или, наоборот, еще более светлый, белесый. Иногда на некоторой глубине можно увидеть опять темный слой. Одни слои почвы сложены из очень плотной глины, другие — из песка. В них попадаются камни, галька или другие обломки пород.

Мы уже знаем, что, в отличие от материнской породы, почвой называют верхний слой земли, где сосредоточена жизнь. Почва от простой породы (глины, песка и т. д.) отличается тем, что она изменена водой, растворенными в ней солями, солнцем, ветром, температурными колебаниями. Но самое главное — на нее влияют живые существа, населяющие Землю: растения, микробы, животные. Ее также изменяет и человек. Поселяясь на земле и в земле, растения, микробы, некоторые животные, насекомые и их личинки, черви пользуются почвой не только как местом жительства. Часть ее веществ они

берут на построение своего тела, а в почву выделяют продукты жизнедеятельности. Растения и животные, умирая, разлагаются, и это, конечно, тоже отражается на составе и свойствах почвы.

Почему же сравнительно неглубок почвенный слой? Оказывается, чем глубже, тем меньше кислорода в почве. Жизнь потому и держится в верхних слоях, что там есть кислород, вода, тепло и пища.

А сколько изменений произошло в почве в течение многовековой жизни человека на Земле!

Однако далеко не всегда человек улучшает землю и речные воды, в которые смывается и просачивается все, что может раствориться в почве. Иногда отбросы фабрик, заводов и неумелое хозяйничание приводят к резкому ухудшению почвы, речных и озерных вод и даже воздуха. Поэтому сейчас во всем мире самой важнейшей задачей признана охрана природы. Что это такое? Это значит — прежде всего беречь растительность, зверей, птиц, полезных насекомых. А главное — растения, которые являются единственными организмами на Земле, способными из минеральных элементов создать органические вещества, в том числе корм для домашних животных, пищу и одежду для нас. И кроме того — очищать воздух, обогатив его кислородом.

Охранять природу — значит беречь почву, беречь чистую воду. Ее, как ни странно может показаться на первый взгляд, становится все меньше и меньше на нашей планете. Вы, наверное, слышали, что вода в некоторых реках США загрязнена и поэтому не годится для питья. А в Европе такая крупная река, как Рейн, представляет собой громаднейшую сточную канаву промышленных отбросов. Сильно загрязненные реки мертвы. В них не живет ни рыба, ни водоросли. Поэтому человек должен очень осторожно и умело воздействовать на природу, чтобы не причинить ей вреда. Разрушая природу, человек готовит себе тяжелое будущее.

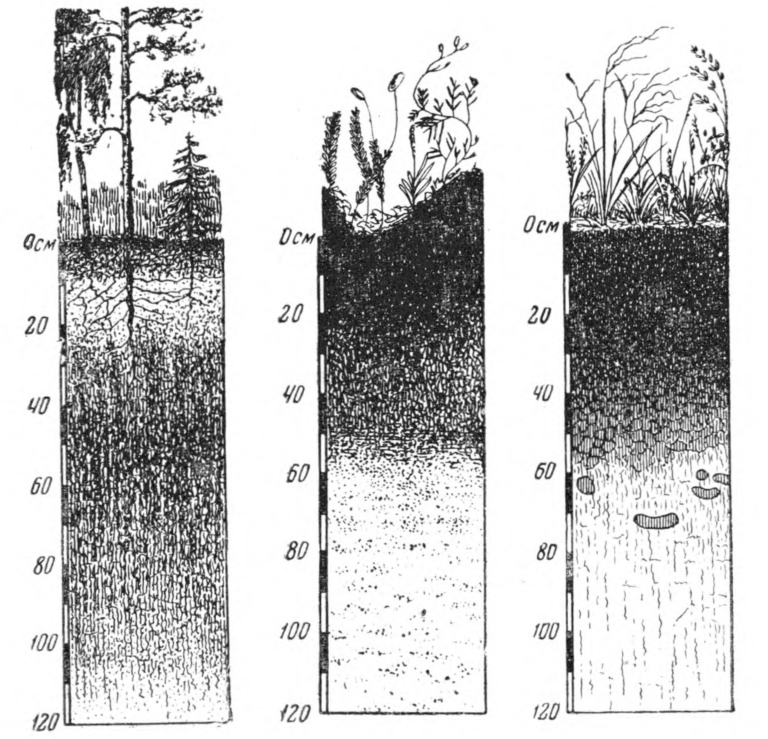
Для того чтобы жить, человек вынужден многое изменять в окружающих естественных условиях. Он вырубает леса, пашет землю, сеет хлеб, сажает деревья там, где они не росли, запружает реки, создает водохранилища, удобряет почву, осушает или орошает ее. Все эти изменения прежде всего отражаются на верхнем слое земли — почве. При вмешательстве человека почва из-

меняется быстрее, чем при воздействии естественных процессов.

Годами, иной раз десятками и сотнями лет идет размыв верхнего, плодородного слоя почвы дождевой и снеговой водой. Образуются овраги, а смытая почва постепенно в виде наносов оседает на дно рек и озер.

Незаметны на глаз, медленны, постепенны и такие изменения, когда поле становится лесом, луг — болотом, незасоленная почва засоленной.

Но можно увидеть и быстрые изменения в почве, которые происходят в течение дня, месяца. Дождь прошел, и сухая почва стала влажной, она может стать да-



Вертикальные разрезы почв: подзолистой (слева), торфяного низинного болота, черноземной почвы в ковыльной степи (справа).

же излишне влажной. Потом стала высыхать и даже пересыхать, если дождей долго не было. Быстро могут изменяться и запасы доступных растению питательных веществ: в хорошую погоду они накапливаются, при длительном дожде уходят с водой в ручьи и реки. Растения во время роста забирают питательные вещества из почвы, и почва, ранее богатая, может стать истощенной. Все это важно знать, чтобы наилучшим образом приспособить почву к требованиям наших сельскохозяйственных растений.

Плодородие почвы. Это свойство почвы более других интересует человека — от него зависит урожай растений.

В почве растения укореняются, из почвы корни получают пищу и воду.

Кроме того, корни, как все живые органы растения, дышат: значит, почва к тому же должна быть рыхлой, воздухопроницаемой. Почва, которая наилучшим образом удовлетворяет требованиям растений, и будет плодородной.

Все почвы в той или иной мере плодородны. Это исходное, естественное плодородие тщательно изучают.

Мы знаем уже, что на земле есть климатические зоны, растительные и почвенные. На Севере с его коротким летом и длинной холодной зимой растения не успевают сильно развиться и повлиять на почву. Поэтому почвенный слой там не глубок. Под ним, как мы уже знаем, лежит почти неизмененная порода. На некоторой глубине залегает слой вечной мерзлоты. Поэтому на Севере сеют малотребовательные к теплу, скороспелые растения. В последнее время там усиленно развивается тепличное хозяйство.

Немного южнее, в поясе тайги, находятся светловатые, белесые почвы, напоминающие золу и названные подзолистыми.

Чем же характерны эти почвы? Чтобы посмотреть их, выкопаем яму глубиной около метра. Зачистим поровнее стенку, которая лучше освещена солнцем. Теперь видно, что верхний слой в 20—30 см темнее нижерасположенных. В этой части почвы больше всего корней трав. Они умирают, гниют, и образуется органическое вещество, которое окрашивает почву в темно-серый цвет.

Ниже более светлый слой напоминает золу. Это подзолистый горизонт (горизонтом называют каждый горизонтальный слой почвы) самый бедный питательными веществами: их вымыло водой, просочившейся сверху. Вода, обогащенная кислотами из разлагающихся растительных остатков, растворяет вещества почвы и уходит ниже и ниже. Встречаются довольно широкие «промытые» слои почвы. Чем шире такой слой, тем сильнее оподзолена, обеднена питательными веществами почва. Ниже подзолистого горизонта расположен обычно тот, в котором частично накапливаются вымытые из верхних горизонтов вещества. Он как бы сцементирован ими и поэтому более плотный, чем верхние. Хотя в нижнем почвенном слое и много питательных веществ, но они большей частью перешли в соединения, труднодоступные для растений. Кроме того, из-за плотности этого слоя корням нелегко в него проникнуть. Та же плотность мешает проникновению воздуха, столь нужного корням для дыхания. Ясно, что этот почвенный горизонт обладает низким плодородием. Ниже его лежит материнская порода, малоизмененная растительностью и животными.

Не следует думать, что слои почвы отделены друг от друга прямыми линиями. Границы почвенных горизонтов изломаны, неровны. Есть затеки, широкие полосы, карманы и другие формы проникновения верхних слоев в нижние.

Образование подзолистой почвы связано с жизнью таежного леса. Почему же в лесу образуются такие почвы? Части деревьев, которые при отмирании падают на землю: хвоя, листья, мелкие веточки, а при отмирании всего дерева — ветви и стволы, в отличие от трав, содержат много кислот. Бактерии плохо разлагают их. В разложении древесных остатков участвуют главным образом грибы, которые уживаются в кислой среде и к тому же сами образуют кислые продукты. Образовавшиеся органические кислоты действуют на соли, входящие в состав минералов материнской породы и растворяют их. Растворенные кислотами соли легко вымывает вода — дождевая или снеговая.

Для плодородия почвы очень важно, чтобы в ней содержалось достаточное количество кальция; тогда почва обладает прочной структурой — она мелкокомковатая.

Такая почва хорошо обеспечит растение водой и воздухом, а питательные вещества в ней находятся в соединениях, доступных для растений.

В подзолистых почвах кальциевые соли вымываются кислым почвенным раствором и вместо них появляется водород. Такие почвы малопригодны для культурных растений. Вместе с кальцием из почвы вымываются и другие нужные растениям питательные вещества. Поэтому подзолистые почвы не только кислые, но и бедные.

Площадь подзолистых почв у нас в СССР очень большая: она занимает более 33% территории Союза. Часть ее покрыта лесом, лугами и болотами, но около трети этих почв распахано и засевается. Тут есть и поля, и сады, и луга, и огороды.

В зоне подзолистых почв, в тех местах, где много растет трав, а их остатки плохо разлагаются, встречаются темные и даже черные почвы. Бактериям, которые быстро разлагают отмершие части растений, требуется кислород. В местах, где мало кислорода, например на болотах, работают другие микроорганизмы, менее активные. Поэтому в болотах накапливается торф, состоящий из полуразложившихся растительных остатков.

Торфяные почвы бывают плодородные и малоплодородные, некислые и кислые. Если они образовались в низине, в низинном болоте и на них растут осоки, тростники и другие травы, то они плодородны и некислы за счет смытых с повышенных мест питательных веществ. Если они образовались в иных условиях и в составе их растительности появились белые мхи — сфагнумы, корявая сосна и клюква, то их торф беден и кисел, а такое болото называется верховым.

В Воронежской, Тамбовской или в Харьковской областях мы попадаем в зону степей, в зону самых лучших почв — черноземов. Такие почвы встречаются не только в Европейской части Союза, но и в Сибири. Площадь, занятая черноземами, хоть и не очень велика: она равна девяти процентам территории СССР, но благодаря их высоким качествам очень важна для сельского хозяйства.

Образовались черноземы не под лесом, как дерново-подзолистые почвы, а под травянистой растительностью, под степью. И притом в менее влажном климате. Малое

количество осадков, более теплое и сухое лето и иной (некислый) характер продуктов разложения органического вещества способствовали значительному накоплению чернозема в почве. Кроме того, материнская порода в этих местах богата кальцием.

Черноземы обладают хорошими свойствами: они способны снабдить растение водой и пищей. Однако хотя черноземы и богаты питательными веществами, для получения высоких урожаев в эти почвы теперь тоже вносят удобрения.

Мы познакомились с самой бедной почвой — подзолом и с самой богатой — черноземом. Но между этими двумя почвенными зонами расположены переходные почвы, которые называются серые, лесные. Они образовались под широколиственными лесами. Эти почвы не так богаты, как черноземы, и не так кислы и бедны, как подзолы.

В Средней Азии тоже есть светлые почвы, но они другие, чем дерново-подзолистые, так как образовались совсем по-иному. Это сероземы и близкие к ним почвы. Они занимают около трех процентов территории СССР. Но на сероземах сеют ценную культуру — хлопчатник, и потому эти почвы очень важны для нашего народного хозяйства.

Образовались сероземы в пустынных степях и в пустынях, где главная особенность климата — резкий недостаток влаги при долгом жарком лете. Развитие растительности там ограничено: количество растительных остатков невелико — они быстро разлагаются до минеральных соединений. Поэтому эти почвы бедны органическим веществом. Но, в отличие от дерново-подзолистых, они богаты кальцием, калием и магнием и, следовательно, более плодородны. На них можно получать высокие урожаи, если землю орошать. А при внесении удобрений урожаи на них могут быть очень велики.

Есть на Земле и другие почвы. Например, в сухостепной зоне встречаются каштановые почвы, а во влажных субтропиках Кавказа — красноземы.

В разных частях нашей великой Родины почвы очень различны. Это большие зональные различия. Но и в пределах одного хозяйства или даже одного поля почвы не одинаковы, хотя они, конечно, имеют и общие свойства — будут или подзолистые, или черноземные, или серозем-

ные. Однако и серозем, и чернозем, и подзол внутри хозяйства могут отличаться по своему плодородию.

Представьте, что вы пришли на поле. Редко оно бывает ровным. Но даже на самом гладком поле видны западинки, бугры, склоны, сбегающие или на юг, или на восток. Могут ли быть совершенно одинаковыми почвы в таких местах? Конечно, нет. В западинку будут смываться растворимые вещества с верхних участков поля. Почва здесь будет богаче. Но в этой же западинке может застаиваться вода. В сухой год, возможно, это хорошо. А если лето дождливое? Избыток влаги так же вреден, как и недостаток ее. Значит, в сухой год почвы западин будут плодороднее, чем на ровных местах, а в дождливый — наоборот.

Почвы на верху холма и на склонах различны по другим причинам. На разных склонах по-разному нагревается почва солнцем, различны сила ветра и толщина снегового покрова.

Плодородие зависит и от того, сколько времени прошло с тех пор, как начали распахивать землю, давно ли она вышла из-под леса или луга. Очень важно, хорошо или плохо в прошлом на ней хозяйничал человек, насколько тщательно ее обрабатывали, удобряли, пропалывали сорняки, уничтожали вредителей. На плодородие почвы влияют и культуры, которые на ней выращивают: одни много берут питательных веществ, другие, например, бобовые, обогащают ее азотом.

Прежде чем приступить к посеву, надо хорошенько разобраться, какие почвы есть в хозяйстве. Для этого почвоведы и агрохимики исследуют почву хозяйства: берут образцы ее на верху бугров, на склонах, в низинах, на участках с разной луговой, или лесной, или болотной растительностью. Места, где взяты образцы, отмечают на плане хозяйства. Пробы анализируют в лаборатории, затем сравнивают между собой. Смотрят записи по истории полей — что делали здесь раньше. Все данные о почвах наносят на карту и дают заключение: чем какая почва бедна или богата, что целесообразнее на ней сеять, как удобрять и как за ней ухаживать.

Составляются почвенные карты не только в отдельных хозяйствах; есть почвенные карты областей, республик, всего Советского Союза и даже всего мира — всех почв земного шара. Когда составили почвенные карты

больших территорий, то выявилась зональность размещения почв на материках Земли. Сравнивая их с растительными и климатическими картами, установили связь между почвой, растительностью и климатом.

Химическим анализом выявляют, сколько в почве полезных или вредных веществ для растения. Определяют, песчаная она или глинистая. Но главный судья плодородия почвы — растение: какой урожай оно может дать, сколько поглотит и превратит в зеленую массу и плоды питательных веществ почвы. Для этого одних анализов почвы недостаточно. Необходимо еще обратиться к растению, посмотреть, как оно питается и развивается. И уж после этого устанавливают, чем почва богата и чего в ней не хватает или что в ней может повредить растению.

КАК ЖИВЕТ И ПИТАЕТСЯ РАСТЕНИЕ

Давно известно, что без зеленого растения не может быть жизни на земле. Только оно способно из простых соединений — солей, углекислоты воздуха и воды — создать необходимые для жизни человека и животных белки, жиры и углеводы.

О роли зеленого растения на Земле К. А. Тимирязев говорил так: «Едва ли какой процесс, совершающийся на поверхности земли, заслуживает в такой степени всеобщего внимания, как тот далеко еще не разгаданный процесс, который происходит в зеленом листе, когда на него падает луч солнца... — это процесс, от которого в конечной инстанции зависят все проявления жизни на нашей планете, а следовательно, и благосостояние всего человечества».

Тимирязев призывал так вести хозяйство и выращивать такие обильные урожаи, чтобы энергия солнечного луча максимально использовалась посевами растений, а не терялась в мировом пространстве, отраженная от голой земли.

Мы знаем, что растению нужны тепло, солнечный свет, влага, воздух с кислородом и углекислотой и достаточное количество питательных веществ в почве или в той среде, где живут корни.

Более всего во власти человека повлиять на запас питательных веществ в почве. Мы можем определить, какие вещества имеются в почве и в каких количествах, а также что требуется растению.

Наши знания о роли питания в жизни растений основываются на классическом учении академика Дмитрия Николаевича Прянишникова. Он известен своими исследованиями по питанию растений и удобрению не только у нас в стране, но и далеко за рубежом. Прянишников изучал, какие почвы насколько плодородны и почему, какое питание и когда требуется тому или иному растению. Выяснил, что причиной низких урожаев часто бывает недостаток питания. Значит, эти почвы надо удобрять. Прянишников стал одним из активнейших пропагандистов и организаторов отечественной химической промышленности и приемов правильного использования удобрений. Он говорил: «...изучение взаимоотношений между растением, почвой и удобрениями всегда являлось главной задачей агрохимиков». Эту взаимосвязь ученый образно представлял в виде треугольника, где в трех вершинах углов были: растение — почва — удобрение.

Для нормальной жизни растению нужны многие элементы: одни в больших количествах, другие в меньших, а некоторые и совсем в малых дозах. Поэтому группу первых называют макроэлементы. Группу вторых — микроэлементы, а группу третьих — субмикроэлементы.

В самом растении больше всего содержится углерода (около 40%) и кислорода (около 37%), за которыми следуют водород (6%), азот (1,5—6%) и так называемые зольные элементы: фосфор, калий, кальций, магний, сера, хлор, натрий, железо и кремний. Зольных элементов в растении около 2—6%.

Микроэлементы — бор, медь, марганец, молибден, цинк и другие — содержатся в сухом веществе растений в тысячных долях процента. Субмикроэлементы — кобальт, никель, йод, мышьяк и другие — находятся в еще меньших количествах, в стотысячных и менее долях процента. Такие малые количества этих веществ стимулируют многие важные процессы в живой растительной клетке. В больших же концентрациях они вредны: сначала вызывают уродства, а затем отравление и гибель растения.

Основная масса растения состоит почти на 90% из углерода, кислорода и водорода. Зеленый лист при помощи солнечного луча соединяет в своих клетках углекислоту воздуха с водой и создает различные углеводы, начиная с сахаров и крахмала и кончая клетчаткой, которая составляет основу клеточных стенок. Этот процесс называется фотосинтезом. Слово это образовано из двух греческих слов: фото — свет и синтез — соединение. В процессе фотосинтеза принимают участие и многие другие элементы, из которых азот, фосфор и калий занимают самое важное место.

Азот и зольные элементы имеют чрезвычайно большое значение в жизни растения. Подчас они определяют урожай.

Основная масса растения состоит из одревесневших в разной степени стенок клеток. Это как бы «костяк» растения. Они-то и состоят главным образом из углерода, кислорода и водорода. Все важнейшие жизненные процессы происходят внутри живых клеток. Однако не все клетки одинаково активны. Самая активная созидательная жизнь идет в самых молодых, нежных клетках. С чем же это связано? Оказывается, с богатством этих клеток белками и ферментами — особыми соединениями белковой природы. Эти сложные соединения способны усиливать синтез веществ в живой клетке.

Человек давно искал объяснение удивительному свойству всякой живой клетки: без высоких температур в сотни и тысячи градусов, без повышения давления в несколько атмосфер (чем обычно пользуются на химических заводах при синтезах значительно более простых веществ) образовывать сложнейшие и разнообразные соединения. Это приписывалось особой «жизненной силе», «божественному» происхождению всего живого. Попытки передовых ученых в прежние времена найти объяснение синтеза с помощью методов химии и физики преследовались церковью, а исследователи объявлялись вне закона.

Теперь, когда ученым известен метод меченых атомов, есть электронный микроскоп и другие точные приборы и способы исследования, появилась возможность не только объяснить, но и овладеть процессами синтеза — удалось получить некоторые органические соединения искусственно.

Особенно важными в жизни и особенно сложными, а потому еще до конца не разгаданными оказались белки и многие белковые вещества живой клетки. В природе белок образуется прежде всего в зеленом листе, вернее, в зеленой клетке. Белки состоят из углеводов (особых соединений углерода, водорода и кислорода) и азота. Но многие, и притом самые активные, белки содержат еще и фосфор. В иных имеются также сера и другие элементы. Без фосфора сильно затрудняется и даже приостанавливается образование новых белковых молекул.

Чтобы лист хорошо работал, чтобы он накапливал как можно больше белка и других веществ, он должен быть зеленым. Иными словами, лист должен содержать много зеленого вещества — хлорофилла. В состав хлорофилла, кроме других веществ, входят азот и магний. При недостатке этих двух элементов в листе мало образуется хлорофилла. Калий нужен растению для активизации многих процессов. Недостаток любого из этих элементов нарушает нормальную жизнь растения.

Как же растение удовлетворяет свою потребность в питательных элементах?

Углерод и кислород оно получает из воздуха при фотосинтезе в зеленых частях своего тела. Водород и часть кислорода поступают с водой через корни и значительно меньше через листья. Через корни поступают также азот и зольные элементы. Часть их может проникнуть и через листья.

Зольные вещества находятся только в почве; азот же и в почве и в воздухе. В воздухе его больше, чем всех других газов. Он является главной составной частью воздуха: 75% веса воздуха приходится на долю газообразного азота. Но свободный азот воздуха растение не способно усваивать. Оно может поглощать азот только в виде солей. Этот океан азота воздуха лишь в малой доле используется растениями, когда во время грозы он связывается в аммиак или окислы азота. С дождевыми каплями эти соединения падают на землю и поглощаются корнями растений. На заводах искусственные азотные удобрения производят тоже из воздуха, используя электроэнергию.

Большую помощь растениям в обогащении почвы азотом за счет атмосферного азота оказывают особые почвенные бактерии, которые так и называются «азото-

фиксаторы» (фиксировать — то есть закреплять). Для их жизни нужны органические вещества и некислая среда почвы, достаточно богатая кислородом. Эти бактерии живут в верхних слоях почвы, более богатых органическими веществами, или вблизи растений, или даже на корнях их, например на корнях бобовых.

Связанный бактериями азот бобовое растение использует для питания, а само снабжает бактерии органической пищей.

Когда отмирает бобовое растение, в почве оказывается больше азота, который затем используется другими, небобовыми растениями. Вот почему после посева бобовых почва становится плодороднее. Чем лучше развиты бобовые и чем дольше они живут, тем богаче их остатки азотом. Поэтому многолетние бобовые травы — клевер, люцерна — как азотособиратели полезнее однолетних: гороха, вики, чечевицы и других. Однако не следует думать, что накопленного таким образом азота в почве достаточно для получения высокого урожая всех других культур. В почву необходимо вносить удобрения: органические и минеральные; правда, после посева бобовых их доза может быть снижена.

Зольные вещества в почву попадают из материнской породы; они есть и в минералах, входящих в состав почвы. Но растение может поглощать только растворенные соли. Поэтому ему доступны только те соединения, которые перешли в почвенный раствор. Вода первая растворяет минеральные соединения почвы. Однако далеко не все они растворимы в чистой воде. Воде помогают кислоты, которые образовались при разложении органического вещества или выделились из живых корней. Кроме того, углекислота, выделенная при дыхании корней и всего живущего в почве, а также соли почвенного раствора тоже воздействуют на труднорастворимые вещества.

В результате растение располагает тем или иным количеством питательных зольных веществ, имеющихся в почвенном растворе.

Состав и количество зольных элементов будет разным в разных почвах. Это зависит прежде всего от того, какие материнские породы сложили почву, насколько богаты почвы зольными элементами и как доступны они растениям.

В девственном лесу или в целинной степи, где ни деревья, ни травы человек не использует, растения сравнительно долго могут быть обеспечены запасами пищи. Если же человек берет из леса, с луга или поля дрова, сено, зерно, солому, овощи, плоды, то вместе с урожаем он уносит из почвы и большую часть взятых растением питательных веществ.

Поэтому почву необходимо удобрять. Чем дольше пользовались землей, чем выше был урожай, тем сильнее нужно удобрять почву.

Растения не одинаковы в своих потребностях и в своих способностях усваивать те или другие соли. Картофель, многие овощи и корнеплоды, утолщенный корень которых составляет главную часть урожая, а также подсолнечник отличаются высоким содержанием калия и азота. Пшеница поглощает, кроме фосфора и калия, много азота, а гречиха, кроме азота, много фосфора и калия.

Различаются растения также и по своей способности усваивать питательные вещества почвы. Не все растения могут усваивать имеющиеся в почве труднорастворимые соединения, например фосфорит. Это под силу лишь тем, у которых имеются кислые выделения корней,— люпину и гречихе. Кислоты их корней частично растворяют фосфориты, и тогда фосфор, содержащийся в нем, усваивается растениями.

Озимая рожь лучше, чем пшеница, может использовать фосфор из фосфорита. А лен, напротив, плохо использует фосфориты. Если в хозяйстве собираются сеять лен, то фосфорит вносят за 2—3 года до его посева. Лучше всего перед посевом льна сеять клевер, который хорошо подготовит почву для льна, обогатив ее фосфором фосфорита и азотом (как бобовое многолетнее растение).

На жизнь растения, кроме внешних условий — климата, света, тепла, ветра, осадков, воздуха и почвы,— действуют и внутренние свойства, биологические,— это биохимические, биофизические и другие процессы, которые происходят внутри клеток; под их влиянием растения развиваются.

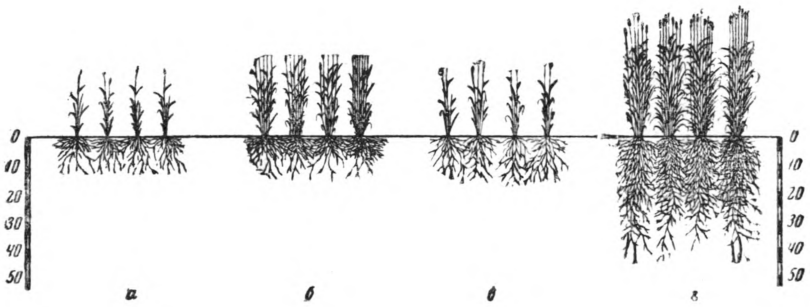
Одни растения за год могут вырасти в несколько метров, другие — лишь на несколько сантиметров. Сравните коноплю с какой-нибудь многолетней травой. Есть

растения, дающие семена в год посева: яровая пшеница, овес, ячмень, гречиха, горох. Есть такие, что семена дают лишь на второй год жизни: корнеплоды, капуста и многие многолетние травы. Ягодники или деревья дают плоды через много лет после посева.

Различаются растения также и по своим способностям размножаться: одни хорошо прорастают из семени, другие — из клубней, черенков и т. д.

Эти особенности растений также необходимо учитывать, прежде чем решать, сколько и каких удобрений надо вносить под посев.

Необходимо также помнить, что молодое растение, более взрослое и совсем взрослое, созревающее, требует неодинакового питания. Молодое создает новые клетки, из них — ткани и органы. На все это тратится много питательных веществ. Поэтому оно должно иметь их в достаточном количестве, но не в избытке — растение очень чувствительно к высокой концентрации солей вокруг корней. Взрослое растение в значительной мере использует, перераспределяя между органами, поглощенные ранее вещества. Но их может быть недостаточно для хорошего урожая. Поэтому удобрения требуются растению и во взрослом состоянии, но в других количествах и в другом составе.



Рост яровой пшеницы и ее корней в зависимости от качества почвы: *а* — пшеница на плотной, тяжелосуглинистой, бедной почве; *б* — пшеница на той же почве, но хорошо унавоженной; *в* — пшеница на бедной, но более рыхлой, супесчаной почве; *г* — пшеница на богатой и рыхлой почве.

Для растения очень важно иметь хорошо развитые корни, тогда оно лучше использует питательные вещества почвы. На рост корней в первую очередь влияет плотность почвы: чем плотнее почва, тем хуже развиваются корни, проникая лишь в верхний горизонт. На рисунке под буквой «а» показана яровая пшеница, выросшая на плотной глинистой мелковспаханной почве: корней немного и они разместились в самом верхнем слое. Плохо растут и стебли и листья: образовалось лишь по одному колосу. Под буквой «б» показано развитие той же пшеницы на участке из-под навозной кучи: корни не прошли глубоко из-за плотности почвы, но обильное питание помогло росту густой, хотя и мелкой, корневой системы и большого числа высоких стеблей, хорошо облиствленных и с большим количеством колосьев. Много глубже проникли корни на третьем участке того же поля, где почва была не слишком плотная («в»), но бедная. Корни охватили бо́льшую часть почвы, поэтому пшеница здесь несколько лучше росла, чем на первом участке. Наилучшего роста пшеница достигла на четвертом участке того же поля («г»), расположенном пониже, куда дождями за много лет были снесены песчаные части почвы и питательные вещества с повышенных участков поля. Здесь корни смогли проникнуть глубоко в почву, хорошо разрослись и дали достаточно пищи надземным частям пшеницы: на растении образовалось много крупных колосьев.

Чему учит этот пример? Во-первых, мы видим, что от развития корней сильно зависит жизнь растения. Во-вторых, можно ответить на вопрос, какая должна быть почва, чтобы корни хорошо росли. Почва должна быть хорошо разрыхленной и на большую глубину. Кроме того, она должна быть богата питательными веществами. В-третьих, на одном и том же поле почва может значительно различаться и, следовательно, по-разному влиять на урожай. Надо всегда знать почву, знать, как ее обрабатывать и готовить к посеву, чтобы суметь вовремя выровнять эти различия — как говорят, пестроту поля.

Умение изменить свойства почвы так, чтобы они наилучшим образом отвечали требованиям выращиваемых растений,— это самая важная, хоть и трудная, задача земледельца.

Чтобы создать условия, при которых растение лучше использует питание и дает высокий урожай, надо еще знать, как ведут себя питательные соли внутри клеток после их поступления в растение, как они изменяются, как влияют на весь ход формирования урожая, и не только на его величину, но и на его качество: содержание белков, жиров, крахмала, сахара и других ценных продуктов.

Посмотрим, что же происходит с солями после того, как они поступят в растение.

Вот соли проникли в клетки корня. Они продвигаются в верхние части растения главным образом по сосудам. Сосуды стеблей, стволов, черешков — это трубчатые образования, которые разветвляются в ветвях, черешках листьев, а в листьях — до тонких жилок. Их можно хорошо видеть, если разорвать поперек черешок листа подорожника: белые тяжи вроде толстых нитей и будут сосуды, или, как их еще называют, сосудистые пучки. На всем пути следования соли изменяются, вступают в реакцию взаимодействия с углеводами и другими веществами живой клетки. Менее измененными они будут в тех частях, которые расположены ближе к корням. Наиболее активные превращения происходят в зеленых частях, особенно в листьях. Здесь редко встречаются простые соединения в виде тех солей, что поступили в корни из почвы, а преобладают сложные органические соединения.

Интересно, что в самые молодые и самые активные ткани, где происходит новообразование клеток, поступают измененные соединения солей, превращенные в листьях в полупродукты. Из них ткани с наименьшей затратой энергии строят молекулы белков, необходимые для образования новых клеток самых молодых органов — почек, бутонов, цветков.

Превращения веществ в растении зависят от многих условий. Например, засуха задерживает не только поступление, но и превращение и передвижение поступивших веществ внутри растения.

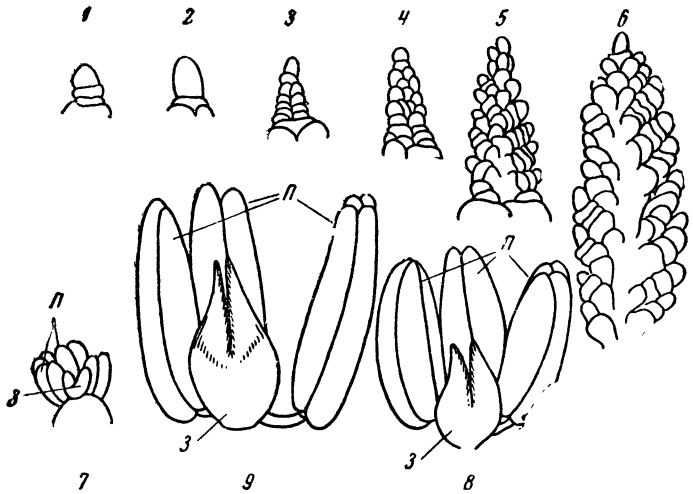
Длительная дождливая, пасмурная и холодная погода, с малым количеством солнечных дней, значительно замедляет фотосинтез, а недостаток углеводов тормозит все другие процессы, и, следовательно, развитие растений ухудшается.

Как формируется урожай

Рассмотрим формирование урожая на примере пшеницы. Ее возделывают ради зерна. Зерно образуется в колосе. Поэтому важно знать, при каких условиях колос лучше развивается и больше дает зерен.

В проростке пшеницы с двумя листьями нет зачатков колоса. Если препаровальной иглой осторожно развернуть зачаточные листья и добраться до внутренней части почки, или, как ее называют, точки роста, то мы увидим, что она представляет собой конус с закругленной верхушкой. Это самая нежная и самая активная ткань, которая все время дает новые и новые клетки. Ее называют «ткань-делитель», или «меристема» (по-гречески «меристес» и есть делитель). Но вот у проростка пшеницы развернулся третий и появляется четвертый лист. В конусе точки роста происходят изменения, которые можно видеть в лупу. Сначала конус как бы вытягивается. Потом на нем по бокам появляются бугорки: это маленькие меристемы, из которых разовьются колоски с чешуйками, цветками, а после и с зернами. В последую-

Фазы развития пшеницы: *I* — проросток и побег с одним листом; *II* — развернулось два листа: видна верхушка стебля без зачаточного колоса. Стрелка показывает место в стебле, откуда была вынута эта верхушка стебля; *III* — фаза четырех листьев, начало трубкования. Показано состояние зачаточного колоса в увеличенном виде; *IV* — фаза трубкования: на растении развернулось 5 листьев, зачаточный колос более развит; *V* — фаза колошения: колосья вышли из трубки ранее свернутых листьев.



Фазы развития зачаточного колоса пшеницы. Вид под лупой: *1* — самое молодое растение, еще нет зачатка колоса; *2* — начало вытягивания верхушки стебля, здесь будет зачаточный колос; *3, 4, 5* и *6* — зачаточный колос начал образовываться и постепенно усложняться. В каждом бугорке — будущий колосок. Это происходит, когда на растении есть 4 листа и проходит фаза трубкования; *7, 8* и *9* — пыльник (*п*), по три штуки в каждом цветке и по одной завязи (*з*): *7* — в молодом цветке, *8* — в среднем и *9* — в более развитом В это время на стеблях пшеницы есть 5—6 листьев и фаза трубкования подходит к концу.

щие фазы, когда развернутся пятый и шестой листья, в этих бугорках можно будет обнаружить все части колоска и внутри него — части цветков: пыльники, пестики и цветковые чешуйки. Период от 3—4 до 5—6 листьев называют фазой трубки или трубкования; молодой колос в это время находится внутри влагалищ листьев, свернутых в трубку. Позже, с появлением седьмого листа, колос поднимается внутри трубки и наконец выходит наружу. Это фаза колошения. Вскоре за этим наступает цветение.

Первыми цветут средние колоски в колосе. Цветение одного цветка очень недолгое: когда перистые рыльца выглянут из-за чешуек, а пыльца из свесившихся желто-зеленых пыльников, которые к этому времени

растрескиваются, попадает на рыльце, то цветок отцвел. В нем начинает развиваться зерно.

Урожай зависит от того, сколько зерен образовалось в колосе и какой был их налив. Число зерен в колосе будет тем больше, чем больше в нем колосков. Их будет много, если в период их образования (в фазу трубкования) растение было обеспечено питанием и всем необходимым — водой, теплом, светом и т. д. Важно обеспечить растение всем необходимым не только в период образования колосков и цветков в колосе, но и во весь предшествующий период, когда растение готовится к этому ответственному этапу.

Цветки у пшеницы многоцветковые, так же как и у овса. Число цветков в каждом колоске может быть разное: от одного до 3—4 и более. А у ржи больше двух зерен не образуется; у проса же только одно зерно.

У пшеницы, овса и других злаков, в колосках которых по нескольку цветков, число зерен на соцветии (колос у пшеницы и метелка у овса) зависит от двух показателей: от числа колосков в соцветии и от числа нормально развитых цветков в каждом колоске. А у других, одно-двухцветковых,— главным образом от числа колосков в соцветии.

Каждое растение может образовать или один стебель с колосом, или 2—3 и более. Число стеблей с колосьями на одном растении учитывается и называется продуктивным кущением.

Есть и непродуктивное кущение, когда на растении образуется много мелких побегов, которые не дают колосьев, но питаются, забирая пищу у стеблей с колосьями.

Чтобы узнать, как работало растение, с какой продуктивностью, подсчитывают число всех побегов и отдельно число продуктивных на каждом растении. Для подсчета кустистости накладывают в поле на посев в нескольких местах квадратную рамку из толстой проволоки со сторонами, равными пятидесяти сантиметрам.

Продуктивное кущение бывает наилучшим, когда дополнительные стебли развиваются одновременно с главным. Тогда зерна всех колосьев созревают почти одновременно с зерном главного колоса и потому входят равноценными в урожай. Поэтому важно, чтобы кущение не

запаздывало. Позднее кущение вредит урожаю, оттягивая на себя питание и задерживая уборку: ранее образовавшиеся зерна могут высыпаться, пока поздние колосья созреют. Бывает и так, что поздние стебли не успевают дать нормальные колосья и мешают налиться зерну первых, ранее образовавшихся на растении колосьев.

Густота посева пшеницы также влияет на величину урожая. При изреженном посеве не будет высокого урожая, но и слишком загущенный тоже не даст каждому растению развиться наилучшим образом. Следовательно, нужна какая-то средняя норма густоты, определенная для каждого вида и сорта, а также и для каждых почвенно-климатических условий.

Итак, урожай зерна в конечном счете складывается из следующих величин: число растений на единице площади, например на одном гектаре, число колосьев на одном растении, число колосков и цветков в одном колосе, число зерен в одном колосе и налив зерна, который обычно измеряется весом 1000 зерен в граммах.

Все эти величины составляют структуру урожая.

Теперь, когда мы установили, в какую фазу формируется каждый из этих показателей урожая, важно узнать, как можно повлиять на их величину с помощью питания.

Начало будущего урожая заложено в семени. Народная мудрость гласит: «От дурного семени не жди хорошего племени». Недаром столько забот проявляют для получения, хранения и подготовки к посеву семян. Важно, чтобы семена были здоровые, хорошо налитые питательными веществами и достаточно вызревшими. Эти качества создаются, когда семя находится еще на материнском растении. Как питалось и развивалось материнское растение, не безразлично для будущего урожая. Вот почему особенно заботятся об уходе и удобрении участков, где посеяны семенники культур: запас питательных веществ в семенах задаст тон росту и развитию будущего растения. Хорошее семя быстрее прорастет; его проросток лучше укоренится и будет более сильным в борьбе с неблагоприятными условиями.

Когда поступают питательные вещества в семена? Чтобы узнать это, мы провели такой опыт. В сосуды с промытым песком добавили необходимые питательные

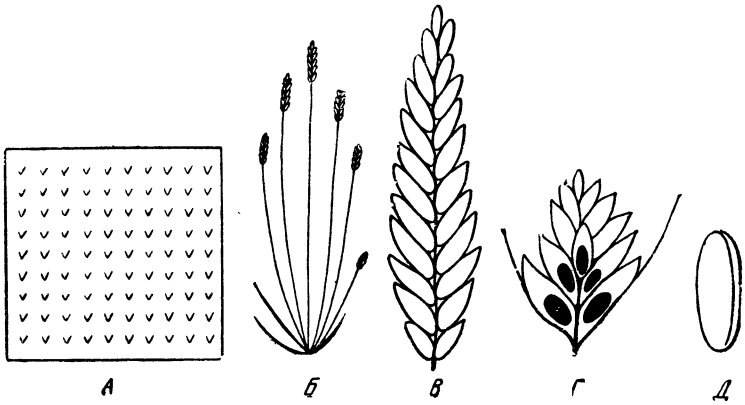


Схема структуры урожая пшеницы и любого другого растения, которое сеют ради его семян: *А* — число растений на измеренной площади его посева; *Б* — число колосьев на одном растении; *В* — размер колоса по числу колосков в нем; *Г* — число зерен в одном колоске; *Д* — величина или крупность зерна.

вещества. Одно из них — соль, содержащую фосфор, пометили: добавили в эту соль очень немного радиоактивного фосфора. Малое его количество безвредно для растения, но оно позволяет следить по импульсам радиоизлучений, где, в каких частях растения находится фосфор удобрения и в каких количествах. Давали такое удобрение в разные периоды роста опытным растениям; одним — при посеве, другим — когда появились бутоны, а третьим — еще позже, когда часть цветков отцвела и образовала семена, а часть еще расцветала. Радиоактивность органов растений измеряли несколько раз за лето и тогда, когда созрел урожай. Оказалось, что больше всего поступило в семена того фосфора, который был дан рано, в начале развития растения. Удобрений, которые давали позднее, меньше было в семенах, а больше — в листьях и стеблях.

Итак, фосфор нужен растению все время, но он особенно полезен на ранних фазах. И еще: если мы хотим получить хорошие семена, богатые питательными веществами, то удобрения тоже надо давать рано. Фосфорное до посева и частично при посеве.

И еще важно знать, что далеко не безразлично, какими семенами проведен посев. А удобряя правильно материнское растение, мы уже закладываем основу будущего урожая.

Значит, растение лучше растет, если обеспечено фосфором в ранние фазы роста. Если же фосфор внесен поздно, растение не может хорошо использовать его. В чем же дело? Почему растение так определенно требует фосфор пораньше? Это связано с особым значением фосфора — он входит в состав соединений, обладающих высокой энергией. Эти соединения образуются внутри клеток растений. Молодому ростку нужны богатые энергией соединения, ведь он должен построить много новых клеток, тканей, а из них — органов. Много должно быть создано сложнейших веществ. На все это требуется материал и энергия. Фосфор является и материалом, из которого строится клетка, и участником создания высокоэнергетических соединений в клетках. Вот почему этот элемент особенно требуется в первые дни жизни растения. Поэтому-то и важно наличие его в семени. Но фосфора, содержащегося в семени, конечно, на весь период жизни растения не хватит. Поэтому нужно сделать так, чтобы фосфор был в почве.

Не менее важно правильное питание растений азотом — элементом, без которого не может образоваться белок клетки, не может жить клетка. Азот, так же как и фосфор, нужен растению все время, но в разных количествах по периодам его роста.

Прежде всего нужно твердо запомнить — азотное голодание растений недопустимо. Без создания новых белков нет жизни, прекращаются все процессы в тканях, в том числе и образование органов, составляющих урожай.

Почему растению требуется разное количество азота в разные фазы? Потому что для образования белка нужен не только азот. Нужны углеводы, а их количество в растении зависит от фотосинтеза. Активность фотосинтеза связана с зеленой поверхностью листьев. Поэтому проростку с малой площадью листьев не требуется очень много азота. Но едва разовьется листва, увеличится вместе с ней запас углеводов (сахаров), и тогда растение сможет энергичнее превращать в белки азот, а поэтому его потребуется значительно больше.

Вот почему так эффективны азотные подкормки. После небольшой, но достаточной заправки почвы азотом до посева вносят азотную подкормку под молодые растения. Конечно, чем позже будет внесена подкормка, тем хуже: ведь на подготовку меристемы точек роста требуется постоянный приток новых белков и их недостаток, даже недолгий, вызовет преждевременное прекращение образования новых органов; будущий урожай уменьшится.

Для успешного синтеза белка, кроме азота и углеводов, нужны богатые энергией соединения фосфора. Значит, при употреблении азотных удобрений следует также позаботиться и о фосфорных.

Для нормального формирования урожая важно обеспечить растения калием. Его роль в жизни растения очень разнообразна и до конца еще не выяснена. Калий не входит как постоянный компонент ни в одно органическое соединение клетки растений. Однако без него растение не может нормально жить. Он способствует прохождению фотосинтеза и образованию углеводов в зеленых клетках, а также их передвижению в другие органы. Растению калий требуется постоянно, но, учитывая его способность ускорять отток из листьев накопленных там веществ в органы, составляющие урожай, калийную подкормку дают ближе к началу созревания растений.

Эти три элемента — азот, фосфор и калий — являются самыми главными в корневом питании растений и требуются в бо́льших количествах, чем другие. Однако присутствие других зольных элементов в почве также необходимо: каждый из них участвует или способствует прохождению того или иного процесса. Например, магний и железо участвуют в создании хлорофилла. Кальций делает более крепкими стенки клеток. Бор способствует правильной работе меристемы точек роста и лучшему образованию семян и плодов. Молибден усиливает жизнедеятельность клубеньковых бактерий. Этот перечень полезных действий элементов можно продолжить. Но и сказанного достаточно, чтобы понять роль питания в жизни растения: оно должно быть обеспечено всеми элементами в нужных количествах и в нужные сроки.

ЧЕЛОВЕК ПОМОГАЕТ РАСТЕНИЮ И СОЗДАЕТ ДЛЯ НЕГО НУЖНЫЕ УСЛОВИЯ ЖИЗНИ

Нам важно заставить так расти возделываемое растение, чтобы оно «работало» наилучшим образом и дало высокий урожай.

Мы узнали, что внешние условия сильно сказываются на растении. Теперь необходимо уяснить: как и какие надо создавать условия, чтобы растение «ответило» на них самым желательным для нас образом.

Есть ли такие способы? Ведь надо изменить в желательном направлении и климат и почву. Что может сделать человек? Чем может помочь наука, а чем — многовековой опыт земледельца?

Конечно, далеко еще не всем полностью овладел человек, но уже многое он может понять и знает, как надо поступить, чтобы лучше удовлетворить требования культурного растения. Из года в год наука вскрывает те или иные явления и законы в природе — причины изменений погоды и климата, почвы, особенности жизни растений, а затем подсказывает, как можно вмешаться в природу.

Климат влияет на жизнь растения теплом, влагой, количеством солнечного света и ветрами.

В силах ли человек изменить климат? Пока еще нет. Изменения в климате и в погоде не случайны, а закономерны и зависят от изменений в космосе и в первую очередь на Солнце. Познание закономерностей этих изменений помогает понять особенности земного климата, климата той или иной местности и уточнять прогнозы погоды. Если мы знаем, какой у нас климат, какая погода и какими они будут в будущем, то рано или поздно сумеем активно влиять на них. Да и сейчас мы уже можем «обходить» неблагоприятные явления климата и погоды. При холодной и затяжной весне сеем позднее, выбирая менее теплолюбивую культуру и более скороспелую, которая успевает созреть даже при запоздалом сроке посева. При поздних весенних заморозках, когда растения уже покрылись листвой и есть опасность подмерзания листьев, зажигают дымящие костры; дым стелется по земле, обогревая нижний слой воздуха около растений. Делают это и при ранних осенних заморозках.

Если хотят вырастить теплолюбивые культуры — помидоры или капусту, которые в молодом возрасте особенно чувствительны к холоду,— их сеют в парники, а рассаду высаживают в огород или в поле, когда погода становится теплой, устойчивой. Для успешного выращивания пшеницы, ржи, овощей и кормов для домашних животных агрономы подбирают виды и сорта растений, которые лучше приспособлены к климату в данном месте.

Обеспечение растения водой тоже в большей мере зависит от климата. Дождевые осадки — это основа снабжения растения водой. К сожалению, дожди идут то в избытке, то их не хватает. Или они выпадают в виде ливней, града с грозой и бурей и ломают, губят растения. Но недалеко то время, когда человек сможет по своему желанию вызывать дождь.

Второй источник снабжения растения водой — почва. Она имеет запас воды в слое, где распространены корни. Почва снабжается водой от дождя, снега, инея, а также водой из глубоких слоев земли, так называемой грунтовой водой. Если воды в почве мало, ее «запасают». Чтобы воды тающего весной снега и дождей больше впитывались почвой, а не скатывались по склонам в ручьи и реки, почва должна быть рыхлой; для этого осенью почву пашут. А зимой задерживают снег на полях: ставят щиты, оставляют высокие растения, в поле пашут снег, создавая неровности, около которых задерживается выпадающий снег. Лесные полосы в поле также задерживают снег. Много и других способов применяется для снегозадержания.

Если же воды очень мало и эти меры не полностью удовлетворяют потребность растений в воде, тогда строят оросительные системы и поливают поля, разбрызгивая воду из труб в виде дождя (дождевальные установки) либо напуская из канав воду по бороздкам на посев.

В местах, где воды очень много и она застаивается, почва под ней заболачивается, а посевы задыхаются и гибнут — там строят осушительную систему в виде канав или дренажа. Неглубоко в землю закапывают, строго по отмеченным линиям, рыхлый, пропускающий воду материал — связанные пучки хвороста, крупные камни, высыпанные в сколоченные из досок узкие длинные ящи-

ки, глиняные трубки. Иногда почву осушают и обычными открытыми канавами. Канавы и дренаж соединяют в более крупные каналы и выводят их в реки. Строительство осушительных систем, так же как и оросительных, сложно. Они охватывают территорию не одного хозяйства, а многих и требуют специальных инженерных сооружений и больших затрат. Такие системы влекут за собой коренную переделку местности и называются мелиоративными.

На растения почва влияет и своим химическим составом, и запасом питательных веществ.

В районах сухого и жаркого климата образуются засоленные почвы. Чем сильнее такое засоление, тем хуже на них живет растение, не только культурное, но и дикое.

В районах с большим количеством осадков вода вымывает почти все соли из почвы, и она становится кислой. И то и другое плохо для растений. Однако такие почвы можно улучшить. На засоленных почвах химическими средствами делают соли почвы более подвижными, растворимыми, а затем, орошая поле, вымывают и удаляют избыток солей.

Кислые почвы надо обогатить солями, и в первую очередь солями кальция, которые хорошо влияют на почву. Для этого почвы известкуют — вносят в нее известь. Известь — это углекислая соль кальция. Встречается она в виде известняка, мела, мергеля и других минералов. Их измельчают и равномерно рассыпают по полю, а затем запахивают. Сколько надо вносить извести — это можно установить точно. В образцах почвы в химической лаборатории определяют степень кислотности почвы и рассчитывают, сколько надо дать извести, чтобы нейтрализовать эту кислотность. В зависимости от кислотности почвы дозы извести колеблются от 2—3 тонн до 5—7 и более на гектар. Хотя внесение такого большого количества извести не простое дело, но зато выгодное действие извести продолжается 10—15, даже 20 и более лет. Такой способ называется химической мелиорацией. Есть предложения вносить извести немного (по 3—5 центнеров на гектар), но тогда ее надо вносить ежегодно и она не оказывает такого хорошего действия на качество почвы.

Химическая мелиорация повышает способность поч-

вы задерживать воду и воздух, делает ее более рыхлой; в такой почве лучше развиваются полезные бактерии и они больше поглощают атмосферного азота; повышается растворимость, а значит, и доступность для корней питательных солей, снижается растворимость вредных в больших количествах элементов — алюминия и марганца. Химическая мелиорация — важнейший способ создания хороших почвенных условий для формирования урожая растений.

После того как мы увеличили запасы воды и воздуха в почве, создали нужные химические качества почвы, важно обеспечить растение всеми необходимыми ему питательными веществами.

Для этого надо узнать, чем почва богата, что и когда нужно растению для питания и составить план применения удобрений. Рассмотрим все это более подробно в следующей главе.

КАК УЗНАТЬ, В ЧЕМ НУЖДАЕТСЯ РАСТЕНИЕ

Может ли растение рассказать о своих нуждах? Да, может. Надо только понять, что и как оно говорит.

Для этого важно уметь наблюдать и понимать растение: в каких условиях оно живет, все ли в его росте и развитии нормально. Если обнаруживаются ненормальности, надо искать их причины.

Как же установить нормальное состояние растения? Это можно узнать двояким путем: или наблюдая за растением в специальных опытных посевах, или путем сравнения хороших и слабых растений в поле, огороде, саду, лесу, на лугу и т. д.

Всюду можно найти хорошие и плохие растения. Если плохие растения единичны и как бы вкраплены в массу хороших — это значит, что их повредили не условия существования. Виноваты, очевидно, плохие семена. А возможно, растение повреждено вредителями.

Другое дело, когда плохих растений много, и они составляют определенную площадь, «пятна», в общем посеве. Чаще всего это говорит о том, что почва таких пятен неблагоприятна для жизни растения.

Чтобы разобраться в причинах плохого состояния

ТАБЛИЦА I

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ НАРУШЕНИЯ ПИТАНИЯ

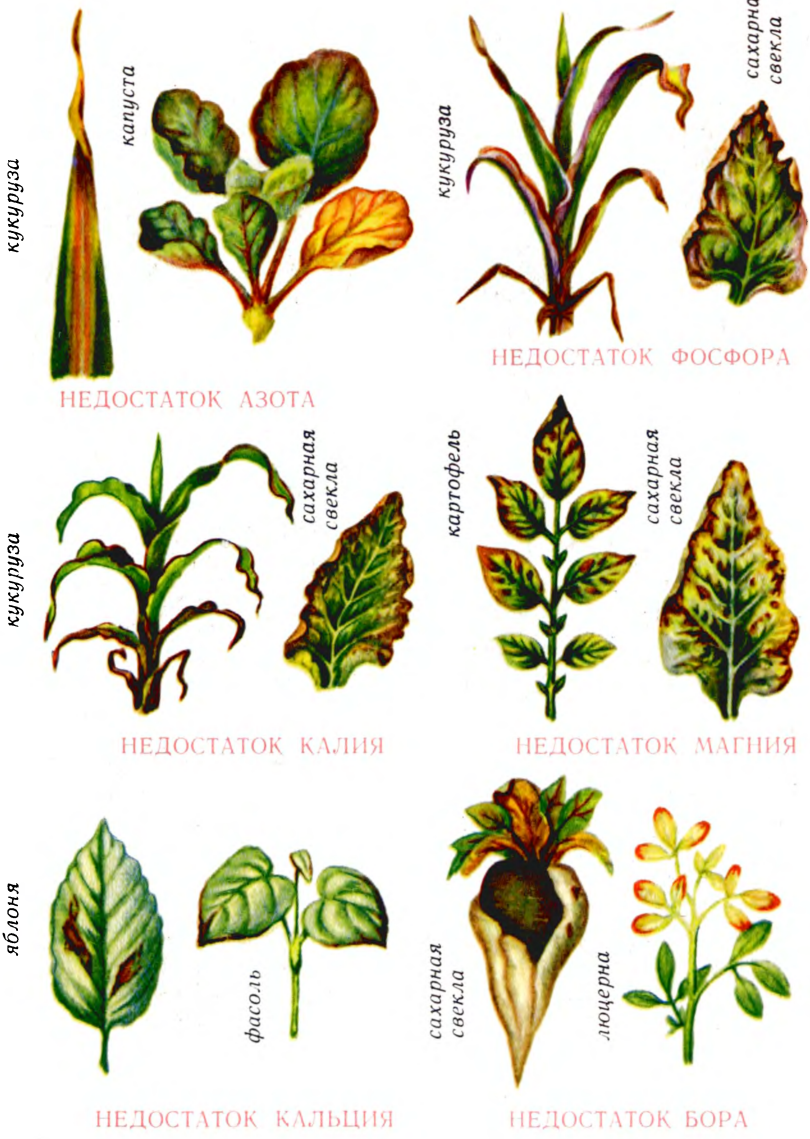
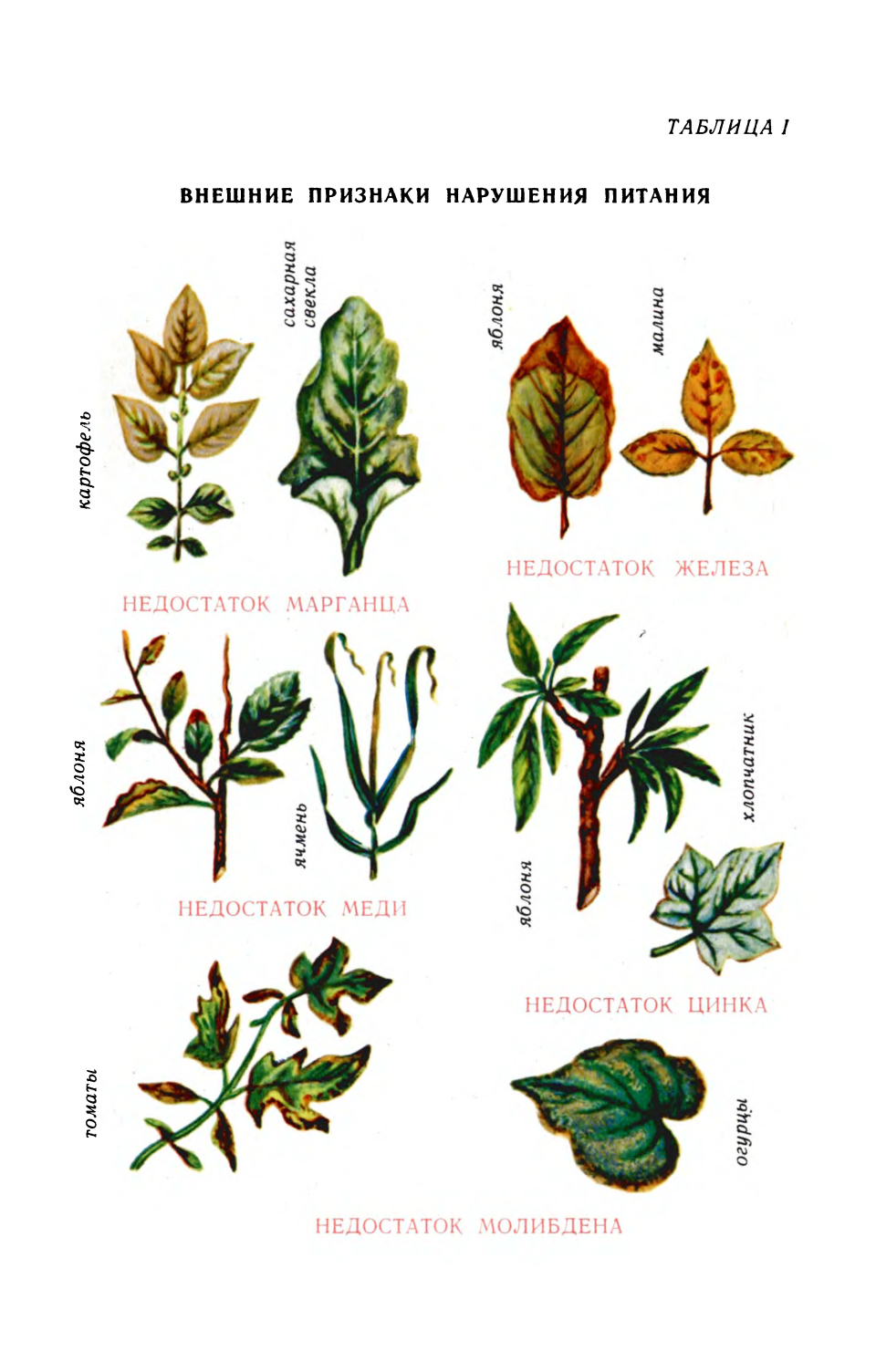


ТАБЛИЦА I

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ НАРУШЕНИЯ ПИТАНИЯ



растений, надо внимательно их рассмотреть, сравнить с хорошими, установить, чем они хуже других.

Все различия надо записать в тетрадь наблюдений. Образец такой тетради приложен в конце книги. Затем надо разобраться в почве. Может быть, это западинки, где застаивается вода, или, наоборот,— сухие вершинки бугров. Выкопайте лопатой небольшую ямку, посмотрите, не слишком ли плотная, глинистая почва или, наоборот, сильно опесчаненная. А может быть, она засоленная? Выводы запишите в тетрадь. Осмотр почвы и растений многое может объяснить. Однако чтобы быть окончательно убежденным в причине плохого состояния растений, надо взять пробы хороших и плохих растений и почвы из-под них для химических анализов.

Очень важно иметь представление о том, что было на этой территории раньше, до посева, как обрабатывали поле, чем и когда удобряли и как сеяли. Такие сведения получают от агронома или хозяина площади и называют историей поля. Возможно, поле было частично огородом, частично проезжей дорогой или находилось под свалкой. На бывшем огороде полевые растения будут развиваться лучше, а на свалке строительного мусора будут страдать от избытка извести, цемента, стружек.

Чтобы выяснить, в каких питательных веществах нуждается растение, пользуются несколькими способами: специальными опытами, химическими анализами растений и почвы и поисками внешних, видимых на глаз признаков нарушения питания растений. Как пользоваться каждым из этих способов?

Специальные опыты могут быть двух видов: либо они проводятся в поле (или на огороде, или в саду) и называются «полевые опыты». Либо растения выращивают в сосудах или цветочных горшках, в которые были внесены (или, наоборот, не были) определенные удобрения. Их называют «вегетационные опыты» (от латинского слова «вегетацио» — произрастание, растительная жизнь).

Полевые опыты. В поле выделяют несколько небольших участков (делянок), расположенных рядом. Форма делянок прямоугольная, а не квадратная. Размер может быть разный: 1 м^2, 10 м^2, 50 м^2, 100 м^2 и более. Размер не обязательно должен быть кратным 10,

может быть любой, удобный для вашей территории. Одну делянку оставляют без удобрений, чтобы узнать, какой урожай можно получить за счет питательных веществ, которые содержатся в почве. Такая делянка называется «контроль».

На другие делянки вносят удобрения в разных сочетаниях, но так, чтобы сравнение растений с каждой из этих делянок помогало установить, чего в почве не хватает: азота, фосфора или калия. Эти три элемента являются главными в почвенном питании, поэтому прежде всего узнают, достаточно ли их в почве.

Сочетания удобрений по делянкам называют схемой опыта. Разработаны и рекомендуются следующие схемы: 1) делянка без удобрений, контроль; 2) PK — фосфорное (P) и калийное (K) удобрения. Азот растение получает только из почвы если его мало, то растение плохо растет, листва у него бледно-зеленая, плоды мелкие и т. д.; 3) NK — азотно-калийное удобрение. Фосфор растение получает из почвы, и если его мало, то растение будет лишь немного лучше контроля: могут появиться красно-фиолетовые оттенки на стеблях и черешках листьев, коричневатые пятна на листьях и т. д.; 4) NP — азотно-фосфорное удобрение, а калий — почвенный. Если его не хватает, то растение хотя и будет с темно-зелеными листьями, но в высоту вырастет мало, на нижних листьях появятся сначала желтые, а потом коричневые края, как бы краевой ожог; листья могут свернуться, а верхние листья будут мелкие, цветков будет мало и они могут не дать семян, и т. д.; 5) NPK — полное удобрение: азотно-фосфорно-калийное.

Вся схема опыта должна быть повторена несколько раз, чтобы не было случайного попадания некоторых из делянок на пятна лучшей или худшей почвы. Повторяют два, три, четыре и более раз, в зависимости от однообразия или пестроты поля: чем пестрее, тем больше повторений.

Можно пользоваться и более простой схемой, лишь с двумя вариантами: 1) неудобренный, контроль, и 2) NPK — полное удобрение. Такая схема поможет узнать, нужны ли растению удобрения, но она не даст ответа, какие именно удобрения нужны.

Можно также ставить опыт с одним удобрением: с фосфором, азотом или калием. Но надо иметь и делянку

с тремя удобрениями — азотом, фосфором и калием, потому что одно удобрение иначе действует, чем в сочетании с другими. По этой же причине рекомендуется и первая схема — с двойными и тройными комбинациями удобрений.

Если почва кислая, то нужно испытать, как действует известь. Мы уже говорили, что известкование не только снижает кислотность почвы, но и улучшает питание растений, делает более доступными для них питательные вещества почвы. Поэтому надо проверить, чем растение будет обеспечено после известкования, а в чем еще будет нуждаться. Для этого первую схему опыта повторяют по извести. Эта работа сложная, под силу опытной станции. Юннаты могут ограничиться добавлением к первой схеме двух делянок: 6) известь и 7) известь и полное удобрение (NPK).

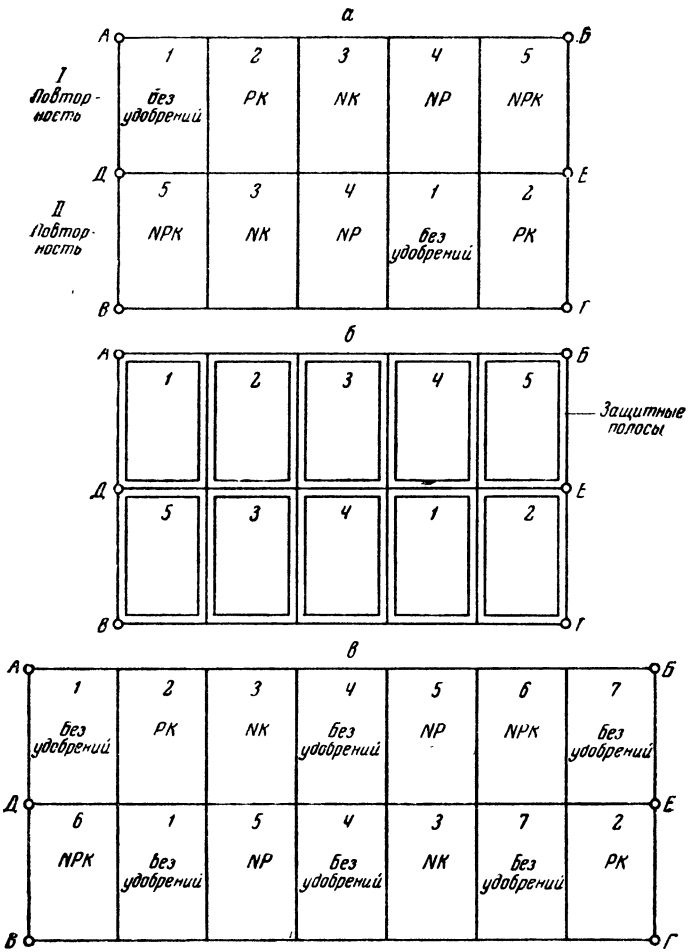
Иногда требуется проверить, достаточно ли хорош навоз, компост, торф или другое органическое удобрение. В таких случаях сравнивают их действие с неудобренным контролем.

Когда и в каких дозах лучше вносить удобрение? Для ответа на такой вопрос с неудобренной, контрольной, делянкой сравнивают делянки с разными дозами удобрений и с разными сроками их внесения. Словом, полевые опыты могут помочь решить самые разные агрохимические задачи. Но чтобы ответить на вопрос, который мы ставили в начале главы,— как, по каким признакам узнать, в чем нуждается растение,— лучше пользоваться первой схемой: она позволяет вычленить действие каждого элемента питания.

В течение всего лета необходимо внимательно следить за ростом растений; записывать размеры, число стеблей, листьев, появление каких-либо отличий на той или иной делянке и обязательно отмечать погоду.

Итак, схема опыта выбрана. Необходимо воспроизвести ее в поле. На рисунке под буквой *«а»* обозначен план полевого опыта с расположением на нем делянок в двух повторностях. Для опыта выбирают участок нужной, более менее ровной площади: без глубоких западин, бугров и склонов, чтобы внесенные удобрения не переносились дождевой водой с одной делянки на другую и чтобы условия всех делянок были одинаковыми.

Для разбивки делянок надо иметь рулетку, прочный



План полевого опыта: *а* — при разбивке делянок и при внесении удобрений; *б* — после выделения защитных полос; *в* — при увеличенном числе контрольных делянок.

шпагат или шнур, небольшие колья, около полуметра длиной, с затесанным острым концом и односторонним затесом на другом, верхнем, конце, да еще пять боль-

ших кольев по полтора-два метра и угломерный инструмент (эккер или буссоль).

Если нет угломерных инструментов, то по углам делянок надо отбить прямые углы путем построения прямоугольного треугольника с вершиной прямого угла в точке *А*, пользуясь теоремой: квадрат гипотенузы равен сумме квадратов двух катетов. Надо взять шнур длиной в 12 м и сделать на нем метки-узлы через 3 и 4 м. Третья часть веревки будет 5 м. Около этих меток на веревке закрепить колышки. На делянке укрепить кол в вершине прямого угла так, чтобы по одной стороне легли 3 м шнура, а по другой — 4 м. Это — два катета. Между колами в их концах ляжет гипотенуза, равная 5 м.

Можно самим сделать и другой инструмент для построения прямых углов в поле. На верхний срез высокого кола, горизонтально выровненный, укрепляют неподвижно, крестообразно под прямым углом две узкие дощечки (линейки), на концах которых вбито по одному большому торчащему гвоздю. Высота кола такая: если его нижний конец стоит на земле, то крестовина с торчащими гвоздями должна быть на уровне глаз.

Один человек с угломером становится на угол будущего опытного участка в точку *А*, а в точки *Б* и *В* идут двое других с длинными кольями. Стоящие в точках *Б* и *В* держат колья вертикально. В точке *А* устанавливается угломер так, чтобы два гвоздя на одной дощечке и кол в точке *Б* приходились на одной линии. В таком положении закрепляется кол в точке *Б* и угломер в точке *А*. Затем человек, измеряющий угол, не сдвигая инструмент с места, переходит на другую сторону угломера и, управляя человеком, стоящим с колом в точке *В*, добивается того, чтобы два гвоздя этой второй дощечки и кол в точке *В* также находились на одной линии. Колы закрепляются в точке *Б* и *В*. Прямой угол *БАВ* отбит. На место угломера в точке *А* закрепляется тоже большой кол. Теперь надо по прямым *АБ* и *АВ* отбить делянки. Между колами *А* и *Б* протягивают шнур и по нему идут двое с рулеткой, а третий с охапкой малых кольев. Кроме того, чтобы не скривить линию, еще один человек идет с четвертым колом. Стоящий у кола в точке *А* контролирует направление линии отмера по совпадению четвертого кола в конце каждой делянки с колами в точках *А* и *Б*.

Предположим, что размер делянки 2×3 м. Значит, площадь равна 6 м^2. Схема взята первая; делянок пять. Повторностей сделаем две. Расположим делянки в два ряда, друг под другом. Следовательно, вдоль линии *АБ* надо отложить 5 раз по 2 м и в конце каждого второго метра вбить малый кол. По линии *АВ* надо отложить два раза по 3 м и через 3 м вбить по малому колу.

Теперь надо разделить линии *БГ* и *ВГ*. Для этого с угломером переходят в точку *Б*, а высокий кол устанавливают в точке *Г*, сверяя прямой угол с колом *А*. Потом проверяют правильность *Г* по угломеру в точке *В*. Высокий пятый кол закрепляют в точке *Г*. Переносят шнуры на линии *ВГ* и *БГ* и пять раз отмечают малыми колами по 2 метра по линии *ВГ* и два раза по линии *БГ* по 3 м.

Правильность проверяют из точки *В* на *Г* по четвертому колу. После этого шнур переносят в середину участка на линию *ДЕ* и отбивают пять раз по 2 м, отмечая малыми колами. На этом разбивка делянок заканчивается.

На стесанных верхних концах малых кольев пишут очень четко, простым черным карандашом (химический карандаш и чернила смываются дождем) номера (№) делянок и названия удобрений, которые должны быть сюда внесены.

Если опыт закладывается на новом участке, то, чтобы иметь более точные сведения о выравненности плодородия участка, рекомендуется сделать не один неудобренный контроль в каждой повторности, а повторить его через каждые две-три удобренные делянки. Тогда первая схема будет иметь не пять, а семь делянок, а расположатся они так, как изображено на рисунке (стр. 52, *в*). Обычно в разных повторностях делянки размещают так, чтобы одинаково удобренные находились не рядом, а в разных местах опытного участка.

Сколько вносить удобрений на каждую делянку? Произведите арифметический расчет, основанный на пропорции. Спросите у агронома дозу удобрений, которые обычно вносят под посев той культуры, опыт с которой вы собираетесь провести. Такие дозы даются в центнерах на гектар (на 10 000 м^2). Высчитайте, сколько надо килограммов удобрения на делянку.

Перед внесением удобрений на делянки в поле надо взять простые тарелочные весы с гирями, 3 таза (для

азотного, фосфорного и калийного удобрений), 2—3 ведра и лист фанеры, брезента или мешковины для смешивания удобрений. Чтобы избежать ошибок при внесении удобрений, организуйте работу так. Один стоит у весов и по плану опыта отвешивает в тазах нужное количество удобрений. Другой их смешивает на фанере и ссыпает в ведра. Третий с ведром идет на делянку, которую ему указывает четвертый (он контролер и ответственный за опыт), и равномерно рассеивает удобрения. Чтобы были видны границы делянок, протягивают по их краям шнуры. Вдоль шнуров делают узкие тропки — дорожки между делянками.

Когда удобрения внесены, почву перекапывают лопатой. Если же делянки пашут плугом, надо позаботиться, чтобы не потерялись колья. Вообще колья забивают глубоко, почти вровень с землей. Особенно важно закрепить угловые колья, поставленные вместо больших. Их можно «привязать», измерив расстояние от них до неподвижного предмета — дерева, большого камня, телеграфного столба.

Для каждого угла опытного участка (или хотя бы для двух углов) находят два неподвижных предмета, меряют расстояние между ними и от каждого предмета до одного и того же угла. Все это записывают в дневник и отмечают на плане участка. Если потребуется восстановить углы делянок, где стоят колы, то делают это с помощью теоремы о построении треугольника по трем известным сторонам. Для этого определяют расстояние между двумя предметами — метками. Затем от меток, как от вершин двух углов треугольника, ищут третий — место углового кола делянки. Точка пересечения двух отмеренных шнуров, идущих от предметов — меток, укажет место кола.

Обычно эти привязки делают для двух углов опытного участка, например для *А* и *Б*. По ним легко восстановить *В* и *Г*, а за ними и все углы делянок.

Делянки разбиты, их величина записана в дневник. Внесены и удобрения. Теперь надо вспахать участок, пробороновать граблями (или бороной) и засеять. Сеялку пускают поперек делянок и следят, чтобы посев был равномерным.

Семена перед посевом проверяют на всхожесть. Делается это просто. Нужны три блюдца. В одно кладут

кружок фильтровальной бумаги, чистую, лучше светлую, промокашку или кусок белой стиранной тряпочки; с двух краев в виде фитилей куски бумаги или тряпочки опускают в два рядом стоящих блюдца с водой. На кружок бумаги или тряпочки укладывают рядами считанное число семян. Покрывают вторым кружком бумаги или тряпочки, накрывают сосудом или кастрюлей, чтоб не высыхали семена, и ставят три блюдца в теплое место. Семена должны быть все время влажными, но не затопленными водой, иначе они задохнутся. Свет не нужен. Через 2—3 дня надо проверить, сколько проклюнулось семян. Проросшие семена считают и удаляют. Записывают дату начала опыта, количество проросших семян, высчитывают процент проросших, процент загнивших и непроросших семян. Чтобы легче подсчитать процент всхожести, лучше брать 100 семян или кратное ста.

Качество семян очень важно для успеха опыта. От этого зависит скорость прорастания, способность растения противостоять неблагоприятной погоде, вредителям и болезням. Для опыта желательно отобрать одинаково крупные, вызревшие семена.

Норма высева семян обычная, какая определена в вашей местности для этой культуры.

Все работы в поле на опытном участке, начиная с разбивки делянок, нужно записать в тетрадь-дневник опыта с указанием дат их проведения, а при посеве: сорт, всхожесть, норму и время высева. С момента посева записывается погода.

В течение лета необходимо внимательно следить за ростом растений на каждой делянке, записывать число и размеры листьев, стеблей, бутонов, цветов, время бутонизации, колошения, цветения и т. д., появление внешних отличий и другие признаки.

Отмечается также, был ли полив, когда и сколько затрачено воды на опытном участке, рыхление, прополка, велась ли борьба с вредителями и т. д.

Растения развиваются, созревают; урожай убирают.

Остаются от опыта записи, цифры и впечатления. Но какими бы подробными записи ни были, не все можно представить по описаниям. Поэтому хорошо иметь альбом и зарисовывать с натуры различное состояние рас-

тений, раскрашивая красками цвет листьев, стебля, цветов, полосы и пятна на них. Хорошо сделать гербарий нормальных растений и растений с признаками нарушения питания. Такие материалы нужны не только юннатам; их высоко оценят и агрономы и все работники сельского хозяйства. Это ведь наглядное пособие для определения потребности растений в удобрениях.

Название «гербарий» происходит от латинского слова *герба,* что значит *трава.* Сделать гербарий — значит собранные растения аккуратно засушить. Растение расправляют на газетной бумаге, вкладывают записку (этикетку) с указанием, где, когда, какое растение и кем взято. Уложенное растение закрывают газетным листом. Другое растение закладывают в другой газетный лист, потом следующие в третий, четвертый... Листы с растениями переслаивают тремя—пятью газетами и всю пачку кладут в гербарную сетку. Это деревянная рамка размером 40×30 или 45×35 см, между краями ее натянута крестом проволока. Сетку с положенной в нее пачкой растений в газетной бумаге перевязывают бечевкой и вешают для просушки. Бумагу меняют на сухую сначала через день, потом через два, через пять. Высушенные растения наклеивают на листы ватмана, на котором пишут содержание этикетки.

Но вернемся к уборке урожая. Надо поточнее учесть различия в действии удобрений на урожай. Ведь ради урожая проводятся исследования. При каких удобрениях растение дало наивысший урожай? Эти удобрения и следует считать лучшими, рекомендовать их. Чтобы сделать такой вывод, необходимо знать величину урожая с каждой делянки. Сопоставляя урожай каждой удобренной делянки с урожаем контрольной, неудобренной, делянки, а также урожай с разноудобренных делянок между собой, устанавливают не только наилучшее сочетание удобрений, но и размер дополнительного урожая в каждом варианте опыта.

Перед уборкой восстанавливаются угловые колья всех делянок способом, описанным выше. Границы каждой делянки отделите шнурами. По обе стороны границы отделите специальные узкие полосы. Это защитные полосы. Весной при закладке опыта удобрения частично могли попасть на соседние делянки, особенно по их границам. Вот поэтому и надо исключить из учета урожая

эти крайние части делянок. Ширина таких защиток небольшая и зависит от размера делянки. На малых делянках они равны нескольким сантиметрам, а на больших (в 100 м² и больше)—от метра до пяти (стр. 52, *б*).

При уборке защитные полосы скашивают в первую очередь, не учитывая урожая. Затем убирают урожай каждой делянки в отдельности и точно его учитывают. На поле привозят весы: если делянки большие и урожай хороший, берут десятичные весы.

Если опыт проводился с клевером или другими травами на сено, то после скашивания один человек проходит по диагоналям все делянки и с каждой отдельно горстями набирает пробный сноп. Это необходимо для последующих учетов урожая сена и химических анализов.

Пробный сноп взвешивают, и всю траву с делянки тоже взвешивают. Вес сырой травы и пробного снопа записывают в тетрадь. Траву оставляют в поле, а пробный сноп помещают (без потерь) в мешок, на котором написаны номер делянки, состав и количество внесенных удобрений и дата уборки урожая. Мешки с пробными снопами уносят для сушки травы до состояния сена под навес, или в сарай, или на чердак. Высушенный сноп взвешивают снова и пересчитывают урожай сена на делянку, а затем на гектар. Для этого надо вычислить процент усушки снопа, а затем пересчитать, сколько сена будет из травы на каждой делянке.

Так же поступают при уборке зерновых хлебов, с той только разницей, что высушенный пробный сноп обмолачивают (хотя бы палками в мешке, избегая потерь зерна) и затем взвешивают отдельно зерно, мякину и солому. Пересчитывают урожай зерна и соломы на делянку и на гектар.

Убирая картофель, перед выкопкой клубней пересчитывают кусты на делянке, выкапывают клубни, взвешивают отдельно клубни и ботву. Если предполагается делать анализ качества урожая и поглощенных питательных веществ, то по примеру пробного снопа берут пробу клубней и ботвы, вес которых прибавляют потом к урожаю с делянки.

Так же убирают опытную свеклу, морковь, капусту. Если же в опыте были культуры, плоды которых убираются по мере их созревания (например, помидоры или

огурцы), то в каждый съем пересчитывают и записывают число плодов, их вес, а в конце учитывают и вес ботвы.

Образцы растений для анализа на содержание питательных веществ в них необходимо брать несколько раз за лето в определенные периоды или фазы развития. Сроки выбирают с учетом развития органов, ради которых мы выращиваем растение: колосьев и метелки у зерновых, корнеплодов у свеклы или моркови, стеблей у льна и конопли, листьев у салата, табака или капусты.

Так, у пшеницы пробу берут в следующие четыре срока: первый — до образования зачаточного колоса, это соответствует фазе двух листьев; второй — время образования и начального развития колоса, фаза 3—4 листьев, или, как говорят, начало фазы трубкования; третий — начало колошения и четвертый — время уборки урожая.

Для помидоров и огурцов сроки будут такими: первый — до появления первых бутонов; второй — бутонизация; третий — цветение и завязывание первых плодов и четвертый — созревание плодов.

Пробы свеклы и других корнеплодов тоже надо брать четыре раза: при 3—4 листьях, при 6—7 листьях, при 20—25 листьях и в момент уборки урожая.

Вегетационный опыт. В отличие от полевого опыта этот можно проводить круглый год, если держать растения в светлом и достаточно теплом месте: на окне, на стеклянной теплой террасе, в теплице. Банки в 5—6 л, глиняные цветочные горшки могут быть использованы для таких опытов, но следует помнить, что все растения одного опыта должны быть в одинаковой посуде. Задачи ставят почти такие же, как и перед полевым опытом: узнать, как влияет на растение недостаток того или иного элемента питания и какие при этом появляются внешние признаки. Эти признаки должны быть описаны и зарисованы, растения нужно измерить и желательно сделать гербарий.

Если выявлять только признаки недостаточности питания, то лучше сеять растения в чистый речной песок. Песок беден питательными веществами, и растение в нем быстрее, чем на почве, отметит этот недостаток. Но чтобы растению дать возможность хоть и слабо, но расти, в

Вегетационный опыт: в цилиндрических стеклянных сосудах, обернутых белой плотной бумагой (для затемнения корней), наполненных почвой с разными удобрениями, растет сахарная свекла. *1* — без удобрений; *2* — удобрений дано мало; *3* — удобрений достаточно; *4* — вредный избыток удобрений.

песок необходимо добавить хотя бы десятую часть дозы того элемента, действие которого изучают.

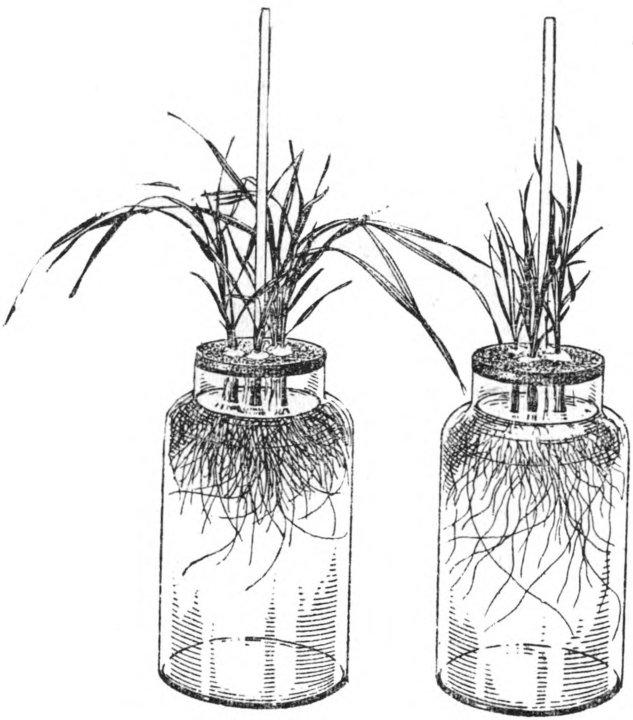
Если же нужно проверить на каком-нибудь поле богатство почвы питательными элементами, тогда эту почву кладут в сосуды для вегетационного опыта. В этом случае опыт можно поставить по первой схеме полевого опыта: 1) без удобрений; 2) PK; 3) NK; 4) NP и 5) NPK. Повторности в вегетационных опытах также нужны, и чем их больше, тем точнее будут результаты опыта. Количество удобрений на сосуд с 5—6 кг почвы надо высчитать так, чтобы в сосуде было: азота (N) 0,75 г, окиси фосфора (P_2O_5) 0,5 г и окиси калия (K_2O) 0,5 г. В конце книги дана таблица с содержанием этих элементов в разных удобрениях и питательных солях. Там же даны таблицы питательных смесей для опытов на песке.

Чтобы результаты опыта получились точнее, песок надо просеять через крупное сито, или грохот, выбрать из него камни, корни и другие посторонние предметы. не плохо было бы промыть его водой в ведре или баке, взбалтывая и сливая мутную воду, пока она не станет чистой. Затем песок рассыпают на столах и сушат. Почву достаточно просеять через грохот, выбрав из нее

камни и корни. Сушить на солнце не следует, это изменит ее плодородие. Смешав почву или песок с удобрениями, надо добавить немного воды, слегка увлажнив смесь, и набить ею сосуды. Но прежде на дно сосуда насыпать горсти две чистого дренажа — крупнобитое стекло, гальку и т. д. Через дренаж к корням лучше проходят вода и воздух.

В сосуд землю кладут горстями и слегка уплотняют, чтобы она не осела потом и не образовала трещин.

Опыт на почве называют «почвенная культура», а опыт на песке — «песчаная культура». Можно также



Вегетационный опыт в водных культурах. С сосудов сняты чехлы, чтобы можно было видеть корни Выращивают яровую пшеницу: слева — нормальное растение, справа — выращенное с недостатком азота.

выращивать растения на воде, в которую внесены питательные соли по схеме и по расчету. Такой опыт называют водной культурой.

Для нормального дыхания корней раствор в сосуде ежедневно продувается.

Для посева берут по возможности одинаковые семена, начавшие прорастать. Семена сеют по 10—20 штук на сосуд, а после прорастания выдергивают наиболее слабые и оставляют во всех сосудах одинаковое число и по возможности одинаковые по величине растения.

Наблюдения и анализы растений проводят так же, как и в полевых опытах. Кроме того, растения надо равномерно поливать.

Урожай каждого сосуда убирают отдельно, тщательно измерив и взвесив растения. В этих опытах можно еще точнее, чем в поле, разобраться, как «работало» растение, то есть сколько оно дало ценных для нас продуктов: зерна, плодов или корнеплодов, а также побочной части урожая — соломы, листьев, мякины. Урожай пересчитывают в граммах на 10 растений.

И в полевом опыте, и в вегетационном получают ответ, сравнивая урожаи на разноудобренных вариантах. Но это еще не полный ответ. Может быть, что-то помешало растению в период его роста, и потому оно дало не столь большой урожай, какой могло бы дать. Чтобы узнать это, надо посмотреть записи, измерения и результаты анализов молодых растений. Изучив данные, сопоставив их с урожаями, можно увидеть, например, что растение еще в молодом возрасте развивалось плохо. Значит, недостающий элемент питания нужен растению с самых ранних фаз, с молодого возраста. В другом случае ухудшение началось не сразу. Следовательно, недостающего элемента питания хватило в почве лишь на первый период роста и не хватило на последующие.

Сопоставляя все летние показания растений с величиной и структурой урожая в полевом или вегетационном опытах, а также с описанием почвы, делают окончательное заключение о богатстве почвы доступными растению питательными веществами и о необходимых удобрениях.

ДИАГНОСТИКА ПОТРЕБНОСТИ РАСТЕНИЙ В УДОБРЕНИЯХ

Полевые и вегетационные опыты, как мы только что узнали, дают ответ о потребностях растений в удобрениях. Но ставить такие опыты не очень-то просто. Они требуют немало времени, сил и средств. А нельзя ли, не ставя опыта, получить от растения ответ: всем ли оно обеспечено? Над этим давно и много работали ученые и в нашей стране и за рубежом. Оказалось, что не так просто получить от растения правильный ответ. И вот почему. На растение влияет не только питание, но и климат и многое другое. Как же разобраться: что зависит от питания, а что от других условий? Для этого имеются способы, которые много раз проверены в разных климатах, на разных почвах и на разных растениях.

Словом «диагностика», или «диагностирование», называют способы определения потребности растений в удобрениях. Давайте поподробнее разберем их. Будем называть их так, как они называются в агрономической литературе.

Имеется три вида диагностики: 1) визуальная — определение потребности растения в удобрениях по внешним признакам, 2) метод опрыскивания или инъекции и 3) химическая диагностика. Последняя, в свою очередь, располагает тремя методами: 1) листовая диагностика, 2) тканевая диагностика и 3) экспресс-методы.

Визуальная диагностика (от слова «визуалис» — видимый, зримый). Можно узнать, в каком элементе питания растение испытывает недостаток или вредный избыток по внешним признакам: цвету и форме листьев, ненормальностям в росте и другим.

Почему недостаток какого-то элемента вызывает определенные изменения в растении, отличные от недостатка другого элемента? Потому что у каждого элемента своя роль в жизни растительной клетки и всего организма. Азот, например, входит в состав хлорофилла, и потому при его недостатке в листьях мало этого зеленого вещества и лист становится бледно-зеленым.

Известно, что нижние части растения образовались раньше, чем верхние, и потому они старше. Когда наблюдаешь за растением при недостатке того или иного элемента, то отмечаешь, что при недостатке одних элементов, например, азота, фосфора, калия и магния,

прежде всего страдают нижние, более старые листья, а верхние, более молодые все еще имеют нормальный вид. Наоборот, недостаток других элементов — кальция, бора, марганца — отражается сначала на верхних, более молодых органах, а значительно позже — на нижних. В клетках элементы связаны в соединения, которые поразному используются растением. Одни, в состав которых входят первые четыре элемента, способны быстро передвигаться в наиболее активные, молодые части и обеспечивать их рост. А кальций и многие микроэлементы почти не передвигаются из органа в орган.

В почве всегда есть какое-то количество питательных веществ. Поэтому при малом количестве микроэлементов и кальция они могут обеспечить в какой-то мере лишь первые, ранее образовавшиеся части, но их не хватает на питание позже образовавшихся органов. Следовательно, прежде всего мы должны отметить, на каких частях — нижних или верхних — видно повреждение. Это сразу нам покажет, с недостатком какой из двух групп элементов мы встретились. Затем надо решить, какого именно элемента не хватает.

Но прежде чем приступать к визуальной диагностике, надо выяснить, не появилось ли заболевание от вредителей или от неумелого использования химикатов при борьбе с вредителями, или гербицидов. Выясняем также, не являются ли причиной засыхания листьев засуха или другие неблагоприятные условия. Когда мы убедились, что нет этих причин, тогда ищем причины в питании.

Давайте познакомимся с основными внешними признаками нарушений питания главнейшими макро- и микроэлементами. *(Цветная таблица I.)*

Недостаток азота. Нижние листья становятся бледно-зелеными, потом, начиная с верхушки, желтеют, буреют, отмирают и опадают. Иногда они приобретают оранжевую окраску (капуста, брюква и др.); у кукурузы желтеет центральная жилка листа. Стебель тонкий и жесткий; кущение у злаков и ветвление у других растений слабое. Листья по отношению к стеблю расположены под острым углом. Число плодов и семян резко уменьшено. Созревание ускоряется.

Недостаток фосфора. Растения обычно бывают темно-зелеными (при обеспеченности азотом); многие в нижних частях становятся фиолетово-красными. Листья

более мелкие, чем у нормальных растений, на нижних листьях появляются желто-бурые, а затем коричневые пятна, сначала на верхушке листа, а потом и его нижней части, постепенно лист засыхает. В клубнях картофеля могут быть ржаво-бурые пятна. Початки у кукурузы мелкие, искривленные, с засохшей верхушкой. Число цветков и плодов у растений уменьшено. Цветение и созревание замедляется. У плодовых деревьев верхние листья темно-зеленые, а нижние бронзовые со светлыми участками между темными жилками. При сильном голодании листья бывают узкими, а их черешки и ветки — красно-фиолетовыми.

Недостаток калия. Приостанавливается рост растения, расстояния между листьями на стеблях сокращаются. На листьях появляется «краевой ожог», багрово-бурая кайма, которая потом становится грязно-коричневой и распространяется в глубь листа между жилками. Часто лист становится морщинистым. Позже он засыхает. Если у кукурузы при недостатке азота пожелтение листа распространилось вдоль центральной жилки, а края листа еще некоторое время оставались зелеными, то при недостатке калия лист, наоборот, начинает желтеть с краев при зеленой еще центральной жилке; листья на кукурузе делаются как бы волнистыми. При сильном голодании стебли ослабевают и полегают, а развитие цветков задерживается, и они долго остаются в виде мелких бутонов. У помидоров и некоторых других овощных растений на нижних листьях появляется пепельно-серый оттенок, который потом переходит в бронзово-коричневый; плоды созревают неравномерно, а внутри появляются участки с темными тканями. У хлопчатника и некоторых плодовых сначала на листьях видны белые, а позже желтые крапинки, которые распространяются на весь лист, и он отмирает.

Недостаток магния. Магний входит в состав зеленого вещества клетки — хлорофилла. Отток магния в молодые органы из старых листьев идет по жилкам, поэтому жилки еще зеленые, а ткань между ними становится зелено-желтой, потом желтой, белесой, и затем коричневой, отмершей. У пшеницы, овса, кукурузы и других злаков жилки в листьях идут параллельно краям, поэтому признаком магниевого голодания злаков служит полосатость листьев. У некоторых растений

(рожь, гречиха, хлопчатник, капуста, смородина) в промежутках между зелеными жилками ткани могут стать фиолетовыми, красными или оранжевыми. На кислых почвах дожди вымывают магний и растения там сильнее страдают от его недостатка.

Недостаток кальция. Кальций нужен для укрепления стенок клеток. При его недостатке прежде всего страдают молодые части корней и верхушки стеблей; при остром голодании они отмирают. Нижние листья остаются зелеными, а верхние становятся белесыми. На кислых почвах все это выявляется острее. Даже у картофеля, чувствительного к сильному известкованию, при недостатке кальция верхушка стебля повреждается; верхние листья с трудом развертываются, на их краях может быть светло-зеленая полоска, позже отмирающая, а в клубнях, начиная с места прикрепления, появляются участки жесткой темной ткани. Иногда может образоваться болезнь — парша: на клубнях образуются участки грубой, шершавой кожицы, вызванной микробами.

Недостаток бора. Этот микроэлемент, так же как и кальций, не оттекает из старых органов, поэтому от его недостатка больше страдают самые молодые и самые активные части растения — почки, верхушки стеблей, кончики корней. Чем сильнее его недостаток, тем меньше на растении бутонов и цветков и тем они бесплоднее. В плодах образуются затвердения и опробковевшая ткань. У цветной капусты соцветия темнеют и чернеют, а в стебле появляется дупло с почерневшими краями. У картофеля клубни мелкие, часто с трещинами. У корнеплодов в центре, где образуются новые листья, в результате отмирания точки роста и загнивания этих тканей появляется болезнь, которую называют «гниль сердечка».

Недостаток марганца. При этом хотя рост и задерживается, но точка роста не отмирает, как при недостатке бора. Заболевание начинается с верхних листьев: они бледнеют, появляются бело-зеленые, или серые, или красные участки; такое заболевание носит название «серая пятнистость», или «белый вилт». У столовой свеклы листва приобретает темно-красный цвет. Обесцвеченные участки молодых листьев буреют и отмирают.

На кислых почвах марганец из почвенных минера-

лов растворяется больше и его концентрация в почвенном растворе повышается до вредной. В таких случаях нижние листья сморщиваются, искривляются, между жилками появляется крапчатость — пятна отмирающей ткани. Лечение — известкование почвы.

Недостаток железа. Этот микроэлемент очень важен для нормального образования зеленого вещества клетки — хлорофилла. Поэтому при его недостатке жилки молодых листьев еще зеленые, а между ними ткани листа становятся сначала желтыми, а затем белесыми. Такое заболевание называют хлорозом. Старые листья при этом, в отличие от недостатка азота, остаются зелеными. Яблони и многие плодовые, а из полевых — кукуруза, овес, картофель и многие овощи чувствительны к недостатку железа. При известковании его подвижность в почве уменьшается, и потому потребность растений в нем увеличивается.

Недостаток меди. Он вызывает неяркий хлороз верхних листьев и их увядание. Яблоня и другие плодовые в середине лета теряют листья на верхушках побегов — побеги отмирают, это заболевание называют суховершинностью. У пшеницы, овса и ячменя, особенно если они посеяны на недавно освоенных торфяных почвах, кончики листьев белеют, скручиваются и отмирают; все растение бледно-зеленое, плохо растет; колосья или метелки плохо развиваются: белесые и пустые, без зерен, или щуплые с небольшим количеством зерен. Это заболевание известно под названием «белая немочь» или «болезнь обработки».

Недостаток цинка. Потребность в этом микроэлементе усиливается при известковании и большом количестве фосфорных удобрений. На молодых побегах яблони образуются розетки мелких листьев — «розеточная болезнь». Верхушки побегов оголяются из-за раннего опадения листьев. На посеве кукурузы уже через 10—12 дней после прорастания появляются светлые, бело-зеленые ростки. Такое заболевание носит название «белые ростки».

Недостаток молибдена. Этот микроэлемент участвует в азотном питании растений и в усвоении азота воздуха клубеньковыми бактериями бобовых культур. Поэтому при его недостатке признаки несколько сходны с признаками недостатка азота, разница лишь в том,

что при молибденовом голодании страдают прежде всего молодые органы. Рост и плодоношение ослаблены, а при остром голодании отмирают точки роста.

В практике сельского хозяйства часты случаи, когда одновременно не хватает растению не одного, а нескольких элементов. Тогда признаки недостатка одного как бы комбинируются с признаками недостатка другого. Например, при одновременном недостатке фосфора и калия растение имеет обычную окраску и форму куста, но плохо растет, а при сильном их недостатке может появиться фиолетовая окраска низа стеблей и черешков листьев.

При одновременном недостатке азота и фосфора нижние листья будут светло-зеленые, жесткие, ветви и листья стоят к стеблю под острым углом, как бы прижаты к нему, стебли грубые, растение низкорослое и плохо плодоносит.

При одновременном недостатке азота и калия нижние листья светло-зеленые, морщинистые, места между жилками становятся выпуклыми, края листьев побуревшие, закрученные, растение недоразвито, часто совсем не плодоносит.

При нехватке всех трех главнейших элементов — азота, фосфора и калия — основные внешние признаки недостатка каждого из них как бы маскируются, но растение бывает мелкое, с резко уменьшенным числом цветков, семян, плодов, клубней и т. д.

При недостатке азота, фосфора, калия, магния и кальция вносят в почву соответствующие удобрения. Есть такие удобрения, которые содержат в своем составе некоторые микроэлементы. Например, бор-магниевое удобрение содержит бор и магний, а молибденовый суперфосфат содержит фосфор и молибден. Однако микроэлементы чаще применяют в виде слабых растворов их солей, главным образом, сернокислых. Для молибдена, цинка и меди — 0,01 — 0,05-процентный раствор; для бора, марганца и железа — 0,2—0.5-процентный.

Признаки визуальной диагностики проявляются более четко тогда, когда нарушение питания зашло далеко и исправить его часто бывает уже невозможно. Поэтому надо вести наблюдения за посевом как можно чаще. При появлении первых признаков недостатка питания

необходимо срочно найти способ улучшить питание растений.

Если даже мы опоздаем с исправлением посева этого года, то результаты наших наблюдений помогут нам улучшить питание растений в будущем году. Поэтому нужно сделать так: на плане поля отметить контуры пятен, где было то или иное заболевание, связанное с недостатком какого-либо элемента питания. В будущем, когда вы будете вносить удобрения, вы сможете учесть эти пятна и внести на них недостающие удобрения с тем, чтобы все поле было одинаково высокоплодородное.

Диагностика методами инъекции или опрыскивания

Этот способ «спросить растение» о его нуждах очень прост и доступен всем. На части посева в поле, или на некоторые ветки куста или дерева в саду, или даже на отдельные листья надо нанести раствор соли того питательного элемента, недостаток которого мы подозреваем. Конечно, это надо сделать так, чтобы другая часть посева, куста, дерева или растения осталась необработанной. Она будет служить контролем, и, сравнивая с ней, можно выяснить, улучшилось ли состояние растения после нашего вмешательства. Уже через несколько дней бывает заметна разница между обработанной и необработанной частью растений.

Делается это так: приготавливают слабый раствор какой-то одной соли, содержащей нужный нам для опыта элемент. Для макроэлементов можно брать 0,5—0,1-процентный раствор, а для микроэлементов еще более слабый — 0,01 —0,05-процентный. На один литр воды берут один грамм соли, например азотнокислого аммония, и получают 0,1-процентный раствор; а если взять 0,1 г соли, например сернокислой меди, на литр воды, то будет 0,01-процентный раствор.

Отделяют щитом ту часть посева или куста, дерева или другого растения, которую хотят опрыснуть приготовленным раствором. Опрыскивание производят или из пульверизатора, или из ранцевого опрыскивателя, какой обычно используют для борьбы с вредителями. Если хотят обработать отдельные листья, то делают это при по-

мощи мягкой кисточки или ватного тампона: ими смачивают (но без потеков) нижние стороны листьев.

На что еще надо обратить внимание при опрыскивании раствором растения? На опасность ожога листьев. Во-первых, нельзя применять крепких растворов, и во-вторых, опрыскивать лучше вечером, после захода солнца, чтобы избежать быстрого высыхания на листьях раствора и возможности ожога. Если вскоре после опрыскивания прошел дождь и есть опасность, что раствор смылся с растений, то опыт надо повторить.

Можно сделать несколько опытов. Для этого надо на каждые части посева, или дерева, или на каждый лист нанести раствор какого-либо одного питательного вещества. Чтобы потом не перепутать, где и что нанесено, обработанные части следует отметить: на посеве поставить кол с прибитой на нем дощечкой, на которой написать, что и когда нанесено. Такую же отметку сделать около каждого куста или дерева, если он или оно целиком было опрыснуто. Если же была обработана только часть растения — ветвь или лист, то цветной лентой с привязанной к ней деревянной биркой с надписью отмечают обработанные части растения. В дневниках подробно записывают все, что было сделано, когда и какие улучшения были отмечены.

Осмотр опрыснутых и контрольных растений надо производить ежедневно. Через несколько дней будут заметны изменения на опрыснутых растениях: бледно-зеленые стали зеленеть, скорченные листья начали выпрямляться, остановившиеся в росте ветви расти... Если же нанесена была соль элемента, ненужного растению, то улучшения может и не наступить. Если же растение страдало от избытка того элемента, который был нанесен на посев, то состояние растений может даже ухудшиться. Вот почему хорошо делать опрыскивание разных частей посева или растения несколькими разными растворами, содержащими только один какой-либо элемент.

Тот элемент или те элементы, растворы которых улучшили состояние растений, и был или были в недостаточном количестве.

Инъекцию обычно проводят в ствол или толстую ветвь дерева. Садовым буравчиком делают неглубокое отверстие и в него из шприца вводят, вливают раствор.

Этот прием требует умелых рук, иначе можно повредить дерево. Инъекцию проводят только при участии садовода.

После того как растение ответило нам, в чем оно нуждается, надо подкормить весь посев. Для этого рассчитывают, сколько удобрений следует дать на всю площадь посева. В этом вам поможет агроном, сказав размер площади посева, норму удобрения и какое содержание в нем нужного питательного элемента.

Химическая диагностика

По химическому анализу растений выясняют, какими питательными элементами оно обеспечено и какими нет. Здесь есть несколько способов диагностики, в зависимости от того, что исследовать: листья, стебли или другие органы растений. Кроме того, имеется и несколько способов химической диагностики.

Есть, например, такой способ химической диагностики, при котором исследуют только листья. Он так и называется — **листовая диагностика.** Почему исследуют только листья? В листьях образуются органические вещества, которые расходятся по всему растению и питают все его органы. В лист из корней поступают минеральные соли; там из солей, углекислоты и воды (под действием света) образуются новые органические вещества.

Но на растениях не все листья одинаковы: молодые листья растут и потому все, что в них образуется, тратится на построение их собственных новых клеток. А выросшие листья ведут себя иначе — они в своей большой зеленой листовой пластинке образуют много органических веществ. Эти листья уже больше не растут, не образуют новых клеток, и все, что в них создается, все питательные вещества переходят в другие органы: в молодые листья, в почки, в бутоны, в цветы, в семена — и постепенно передвигаются в корни, ведь и корни тоже должны расти, продвигаться в новые участки почвы и поглощать все новые питательные вещества и воду.

Есть на растении и совсем старые листья, засыхающие или засохшие; они уже отмирают и пользы растению от них нет.

Следовательно, самые «деловые», «снабжающие» листья — это те, которые уже выросли, но еще полностью зеленые и деятельные. Поэтому их анализ нам лучше всех других органов скажет, как растение питается.

Эти листья и берут для листовой диагностики.

Листья, взятые в поле со многих растений из разных участков, высушивают, очищают ваткой от грязи и подготавливают к анализу: измельчают сначала ножницами, а потом на специальной мельнице для размола, похожей на кофейную.

При листовой диагностике определяют, сколько питательных веществ накопил лист. Для этого надо пробу листьев сжечь, или, как говорят, озолить. Но не просто жечь, ведь так можно потерять много питательных веществ. Делают это очень тщательно. На точных весах берут небольшое количество измельченных листьев — навеску — и аккуратно, без потерь пересыпают ее в длинногорлую стеклянную колбу. Туда приливают определенное количество крепкой серной кислоты в смеси с другими химикатами и осторожно сжигают на газовой горелке или на электрической плитке в специальном вытяжном шкафу. Там с помощью вытяжной трубы удаляются вредные газы, которые образуются при нагревании крепких кислот. Затем, когда вся проба озолится и станет прозрачной и бесцветной, как вода, ее анализируют на содержание азота, фосфора, калия и других элементов. Для этого применяют специальные приборы и приспособления. Хотя это и хороший метод, но он сложен и требует специального лабораторного оборудования. Поэтому мы будем знать, что такое листовая диагностика, а пользоваться будем другими, более простыми способами. Они не требуют озоления растений, и анализ можно делать на свежих, только что взятых в поле растениях. В чем же особенности и отличия этих способов от листовой диагностики?

Но прежде давайте вспомним, что происходит с поступившими в растения питательными веществами.

Вот в растение поступили питательные вещества в виде минеральных солей. При переходе их из одной клетки в другую, из одного органа в другой, в этих клетках и органах они превращаются в различные по сложности органические соединения. Когда мы озоляем

пробу растения, то при этом все соединения — и органические и минеральные, которые находятся в растении,— переходят в неорганические соли, их мы и определяем. При анализе зеленого растения мы определяем только минеральные соли, которые поступили из почвы и еще не успели превратиться в органические соединения. Эти соли в растениях есть резерв питания, который растение будет тратить на создание нужных ему органических соединений. Есть ли этот резерв в растении и сколько его — вот это и надо выяснить. Для этого можно пользоваться следующими методами.

Тканевая диагностика. При этом способе анализируют содержание тканей того или иного органа. Делается это так. От растения после очистки его ваткой от грязи отрезают острыми ножницами (чтобы не выдавить сока и не потерять с ним часть питательных веществ) нижнюю часть стебля, нижние зеленые листья с черешками. Все это мелко крошат ножницами и отвешивают 3 или 5 г. Складывают в стакан и приливают туда дистиллированной воды в 10 раз больше, чем вес пробы,— 30 или 50 см^3 (или в мл — 1 см^3 равен 1 мл). Хорошенько размешивают, побалтывая, дают постоять и потом фильтруют через кружок фильтровальной бумаги, сложенной на конус и вставленной в стеклянную воронку. Раствор, или, как его называют, вытяжку из растений, собирают в чистый стакан. Оттуда берут пробу для определения содержания в ней азота в виде солей азотной кислоты, которые называются «нитраты»; фосфора в виде солей фосфорной кислоты, которые называются «фосфаты», и калия. (В этой вытяжке можно определить содержание солей любых элементов.) Для определения каждого из этих элементов берут те реактивы, которые с каждым из них вступают в реакцию и дают цветное соединение. Чем ярче будет окраска, тем больше этого элемента в растении. Чтобы установить, сколько этого элемента содержится во взятой нами пробе, полученный цветной раствор сравнивают со шкалой образцовых растворов. Так называют растворы, которые приготовлены из разных количеств (поэтому получается шкала) чистой соли того элемента, который мы ищем. В этот раствор прилиты все те же реактивы и в тех же количествах, что мы приливаем в наши пробы вытяжек. Чтобы точнее, чем просто гла-

зомерно, сравнить пробу с окраской образцового раствора, применяют специальный прибор, который так и называется — колориметр (колор — цвет, метр — мерить). Хотя этот метод много проще листовой диагностики, но все же требует некоторого лабораторного оборудования.

Есть еще более простые методы, которые за их быстроту называют экспресс-методами. Все реактивы, необходимые для анализа, шкала образцовых окрасок и инструкция, как проводить анализ, собраны в приборы, которые можно купить в конторах «Зооветснаба» и в магазине «Приборы» в Москве.

Этими методами тоже определяют минеральные соли или резервы питания. По методу В. В. Церлинг, с помощью прибора ОП-2-Церлинг, для анализа срезаем бритвой или лезвием безопасной бритвы небольшой (толщиной в 1—2 мм) кусочек стебля, или черешка листа, или какой другой части растения. Кладем его на стекло. Раздавливаем стеклянным пестиком, взятым из прибора. На каплю сока и на кусочек растения наносим одну-две капли нужных реактивов для определения азота в виде нитратов, или фосфора (конечно, на другом кусочке растения), или калия (на третьем кусочке). Для каждого из этих элементов берем отдельное стекло из прибора. Более яркие окраски получаются на белой фильтровальной бумаге. Поэтому на стекло кладем белую бумагу размером около 2 см^2, а на нее срез растения. Так мы делаем для анализа на фосфор и калий, но не на азот. Реактив на нитратный азот сделан на крепкой серной кислоте, которая прожжет бумагу, и это будет мешать четкости окраски. Азот нитратов определяем только с одним реактивом: дифениламином. Калий — с двумя реактивами: дипикриламинатом магния и соляной кислотой. Фосфор определяется с тремя реактивами: молибденовокислым аммонием, бензидином и уксуснокислым натром. Как готовить все эти реактивы, дано в конце книги, в приложении № 5.

Полученные окраски сравниваем с цветной шкалой, причем для каждого элемента есть своя шкала. *(Цветная таблица II.)*

Нитратный азот с дифениламином дает синюю окраску, и чем больше нитратов, тем сильнее синь. Если нитратов нет, синей окраски не будет и через некоторое

время срез почернеет от обугливания в крепкой серной кислоте реактива.

Фосфаты тоже дают синюю окраску, но немного другого тона — серовато-синюю. От приливания первого реактива никакого посинения не будет, так как от действия молибденовокислого аммония на фосфор растения образуется сложная соль и она бесцветна; под влиянием второго реактива — бензидина — она синеет. А третий реактив — уксуснокислый натр — усиливает эту реакцию.

Калий с нашими реактивами образует гамму цветов — от лимонно-желтого до кирпично-красного. Первый реактив на калий, дипикриламинат магний, дает соединение с калием кирпично-красного цвета. Но сам реактив тоже такого же цвета. И поэтому применяют второй реактив — соляную кислоту. Она остаточный дипикриламинат магния переводит в соединение, имеющее лимонно-желтый цвет. На его фоне хорошо заметно красное пятно калийной соли. Чем больше калия в растении, тем больше красного цвета в срезе и пятне выдавленного из него сока. А если после соляной кислоты срез и пятно стали лимонно-желтыми, значит, свободного калия в растении нет.

Для быстрого анализа растений можно также пользоваться прибором, который называется «полевая сумка К. П. Магницкого», он продается в том же «Зооветснабе». Отличие этого метода от предыдущего в том, что определение здесь проводится по некоторым другим реакциям и с другими реактивами, и, кроме того, здесь анализируют не срез, а сок, выдавленный из кусочков растения, помещенных в ручной пресс, приложенный к прибору. Этот прибор особенно хорош для сочных растений, из которых легко выжать сок; сок должен быть по возможности не зеленый, потому что в зеленом соке трудно различить окраску реакции.

Какие части растений лучше брать для анализа? Это зависит от того, где, в каких частях могут быть те минеральные соли, которые мы определяем. Поскольку соли поступают в растение через корни и по мере движения по растению постепенно тратятся на образование органических соединений, солей будет больше в частях, ближе расположенных к корням. И кроме того, их будет больше в тех органах, в которых больше со-

судов — по сосудам эти соли протекают в другие органы, почти не изменяясь, тогда как в зеленой листовой пластинке они быстро превращаются в другие соединения. *(Цветная таблица III.)*

Поэтому при анализе растений с помощью экспресс-метода рекомендуется брать срезы из нижних частей стебля, из черешков и главных жилок нижних зеленых, вполне здоровых листьев. *(Цветная таблица IV.)*

Чем моложе растение, тем больше в нем минеральных солей. Во-первых, молодое растение больше поглощает их, чем взрослое, а во-вторых, во взрослых уже образовалось много тех соединений, которые быстро переводят минеральные соли в органические. Для нас все это важно, чтобы правильно понять результаты анализа: если в молодом растении нет или мало резервов, то это очень плохо и говорит о голодании растения. У взрослого же растения, особенно когда у него уже созревают семена, минеральных соединений может и не быть: оно больше живет за счет использования и перераспределения ранее накопленных запасов, находящихся в виде различных органических соединений.

Тогда может возникнуть вопрос: а достаточно ли контролировать питание растений только в их молодом возрасте? Достаточно. Чем раньше мы создадим ему хорошее питание, тем больший урожай принесет растение. Однако следует проверить состояние растения и в другие сроки.

При использовании химической диагностики надо учитывать, что на содержание одного элемента влияет обеспеченность растения другим. Например, мы нашли, что в растении много нитратов. Но почему их много: потому ли, что их много в почве, или потому, что они недостаточно используются растением для образования органических веществ?

Одной из важных причин этого может быть недостаток других элементов, без которых и задерживается синтез. Например, недостаток фосфора или калия может быть причиной большого накопления неистраченных нитратов.

И наоборот — может быть много фосфатов из-за плохого их использования вследствие недостатка других элементов.

Отсюда вытекает правило, которое обязательно

должно быть выполнено при химической диагностике,— определять не менее трех важнейших питательных элементов: азот, фосфор и калий.

Кроме того, необходимо уяснить, хорошо ли растение использует поступившие в него вещества? Ведь если оно хорошо их использует и при этом в его тканях есть еще резервы питания в виде неорганических соединений, значит, оно обеспечено питанием. О хорошем использовании питательных веществ говорит хороший рост, вид, развитие органов и нормально зеленый цвет листьев растения. Поэтому мы должны иметь данные наблюдений за ростом растения, образования новых листьев, ветвей, бутонов, цветов и плодов его. А для этого следует почаще делать промеры и подсчеты растений и записывать в дневники наблюдений.

Если окажется, что питательных солей в растении много, а растет оно плохо, значит, не питание, а что-то другое мешает ему. Надо поискать причину, и в первую очередь в почве: не суха ли она или, наоборот, переувлажнена и вода на ней застаивается, поэтому корни плохо дышат, питаются и растут. Может быть, почва сильно уплотнилась. Возможны и другие причины. После того как нашли причину и ее устранили — поливом при засухе, отводом воды при ее избытке, рыхлением почвы,— через некоторое время надо повторить анализ.

Но теперь, когда растение стало расти быстрее и энергичнее расходовать питательные вещества, оно может начать испытывать их недостаток. Чтобы этого не допускать, следует проверить, и не один раз, сколько резервов имеется в распоряжении растений.

Насколько хорошо растение было обеспечено питательными веществами, покажет нам и величина урожая. Следует тщательно учитывать не только общую величину урожая, но и долю в ней зерна у пшеницы, клубней у картофеля, а также соломы, ботвы и т. д. Сравнив эти части урожая, увидим, на что пошло питание — на солому или зерно. А если эти данные сравнить с анализами и промерами растений во время роста и формирования урожая, можно узнать, когда было нарушено — ухудшено или, наоборот, улучшено — формирование урожая. Эти исследования подскажут нам также, каким должно быть питание по периодам роста, чтобы растение смогло наилучшим образом сформировать урожай.

И еще один важный вывод можно сделать: установить богатство почвы питательными веществами в доступной для растений форме.

Такие данные наносят на карту полей, на почвенную карту, чтобы знать, когда и какие удобрения надо вносить и на какое поле.

ЧТО ТАКОЕ УДОБРЕНИЯ И КАКИЕ ОНИ БЫВАЮТ

Словом «удобрение» называют разные вещества, в которых есть питательные для растения элементы. Удобрить, сдобрить, сделать почву «добрее», богаче — вот цель применения этих веществ.

Человек давно подметил пользу золы, навоза и других органических удобрений. А с развитием химии стало возможным производство искусственных удобрений, или, как их еще называют, туков (от слова «тучный» — богатый, плодородный).

Удобрения бывают органические и минеральные.

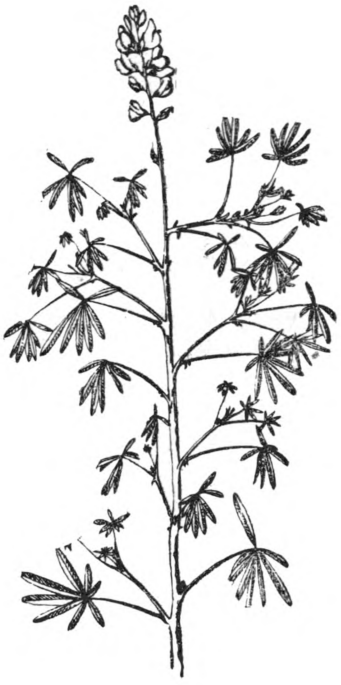
Органические удобрения называются так потому, что в их составе участвуют организмы: остатки растений и отходы животных, а также и микроорганизмы, разлагающие эти остатки. Наиболее распространенный из этих удобрений — навоз животных. Навоз следует хранить умело, чтобы из него не «ушли» нужные растениям питательные вещества. Его складывают в кучи, переслаивая торфом и уплотняя. Хорошо добавить в него фосфоритную муку и суперфосфат. Торф, находящийся под ногами животных в скотных дворах, лучше сохраняет навоз и увеличивает его количество. Можно использовать любой торф, но особенно хорошо впитывает влагу и не пачкает животных торф с верховных болот — сфагнумовый. Подстилкой могут служить также солома, опилки и другие отходы, впитывающие влагу.

Навоз различен по составу. Самый богатый веществами для растений — птичий помет. Конский и овечий навоз более богат, чем коровий, а свиной навоз самый водянистый и слабый.

К органическим удобрениям относят и компосты. Они очень разнообразны, так как их получают из любых

отходов, имеющихся в хозяйстве: отходы кухни, зола, содержимое выгребных ям, сметки с дорог, очистки из канав... Все это складывают в кучах на сухом месте и время от времени поливают жидкими отходами, помоями и просто водой. Через некоторое время (несколько месяцев или год) компост становится готовым в качестве удобрения. Такой готовый компост обычно представляет однородную темную массу. Вносить его надо под запашку земли.

Компосты могут быть составлены из смеси навоза, навозной жижи с торфом, соломой, листьями и любыми другими добавками. Во всех случаях важно следить за тем, чтобы в них не попали вредные для растений вещества.



Ветка синего люпина. Его посевы запахиваются как удобрение.

К числу органических удобрений относятся также «зеленые удобрения». Это специально посеянные растения. Когда они достигают определенного размера, их скашивают и затем запахивают в почву. Для этой цели лучше всего подходят бобовые растения, богатые азотом. Некоторые из них хотя и дают большой урожай, богатый белками, но из-за содержания в них горьких веществ не могут идти ни в пищу человеку, ни в корм скоту, например люпин. Если же свежескошенный люпин запахать в почву, а потом посеять какую-либо сельскохозяйственную культуру, она даст хороший урожай.

Органические удобрения — это местные удобрения, их собирают на месте, а не привозят с заводов. От их применения сильно улучшаются почвы, особенно бедные

органическим веществом,— дерново-подзолистые, серозёмы и другие. В каждом хозяйстве необходимо как можно больше их накопить и применять под посевы.

Очень хорошим удобрением, тоже местным, но уже неорганическим, является печная зола. В ней содержится калий и многие микроэлементы. Хранить ее надо так, чтобы соли этих элементов из нее не выщелочились.

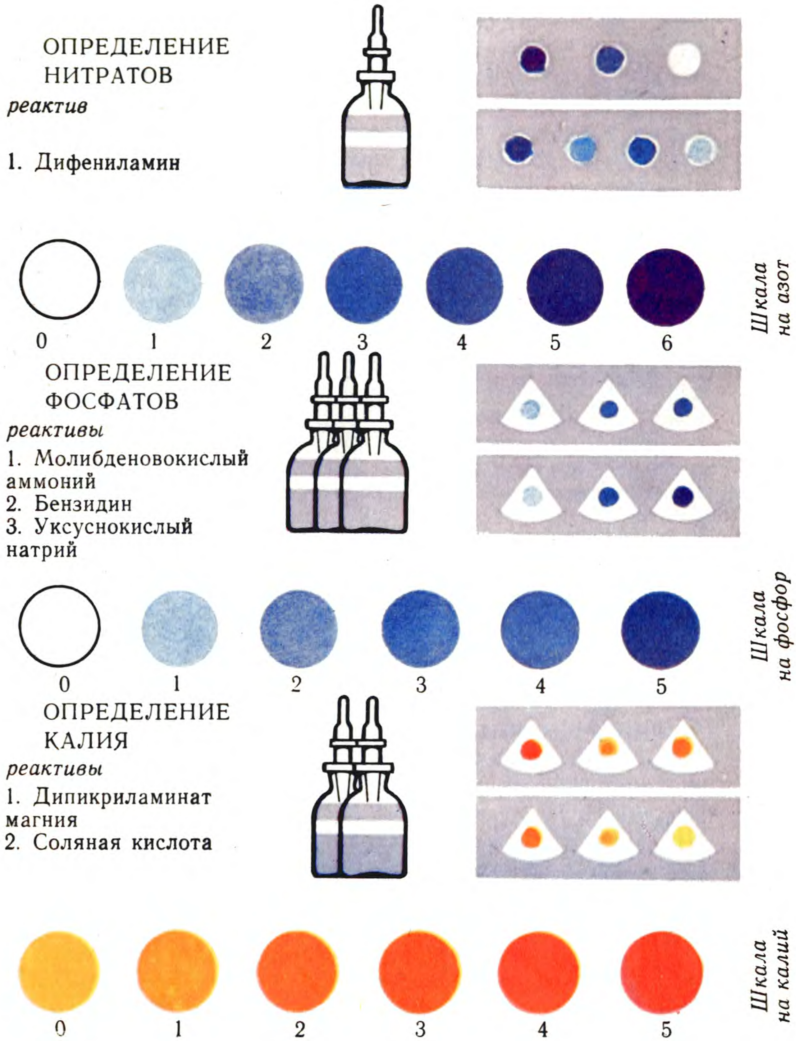
Минеральные удобрения. Наша страна самая богатая в мире по запасам сырья для производства минеральных искусственных удобрений. На территории ее хорошо известны богатейшие залежи калийных солей, фосфатов, борных, марганцевых, серных и других руд, которые сейчас служат сырьем для туковой промышленности — производства удобрений. Каждый год наши геологи открывают все новые запасы сырья. А химики и агрохимики разрабатывают технологию изготовления из этого сырья удобрений.

За границей намного раньше, чем у нас, начали производить искусственные удобрения, однако их технология нам не всегда подходит. Наше сырье другого свойства. Когда в 1929 году под руководством академика А. Е. Ферсмана в Хибинах, на Кольском полуострове, были открыты богатейшие залежи апатитов, то выяснилось, что фосфор в апатите столь трудно растворим, что ни одним тогда известным способом его оттуда не извлечь. Благодаря упорным исследованиям советских ученых Д. Н. Прянишникова, З. В. Брицке и С. И. Вольфковича был найден способ не только извлекать из апатита фосфор, но и приготовлять из него фосфорные удобрения. И теперь в наши северные порты из разных стран идут корабли за этим «камнем плодородия».

Наша химическая промышленность развивается быстро, и из года в год выпуск минеральных удобрений будет увеличиваться. Однако если удобрений становится все больше, это не значит, что с ними можно небрежно обращаться. Наоборот, теперь, когда многое о жизни растений и о роли питания нам стало известно, надо с особой тщательностью применять удобрения, чтобы каждый килограмм их дал наилучший результат. Поэтому очень важно понимать процессы питания растений и правильно использовать удобрения.

Какие наиболее распространенные удобрения имеются у нас сейчас?

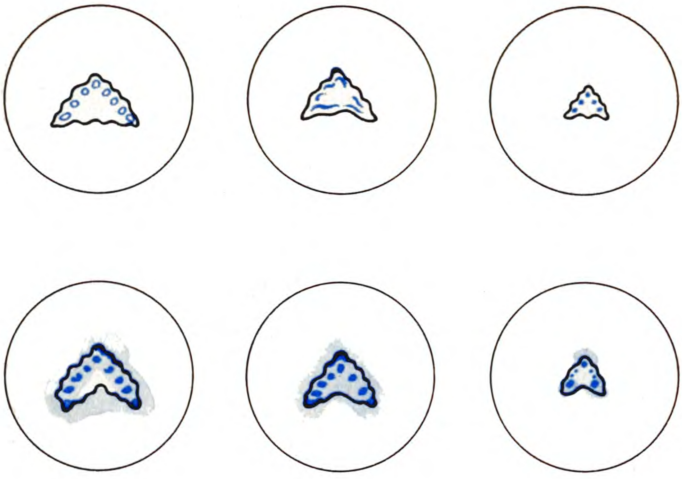
ТАБЛИЦА II



Цветные шкалы для анализа растений с прибором ОП-2-ЦЕРЛИНГ (в баллах). Реактивы и вид анализов срезов растений на стеклах и на треугольных кусочках фильтровальной бумаги, положенных на стекле.

ТАБЛИЦА III

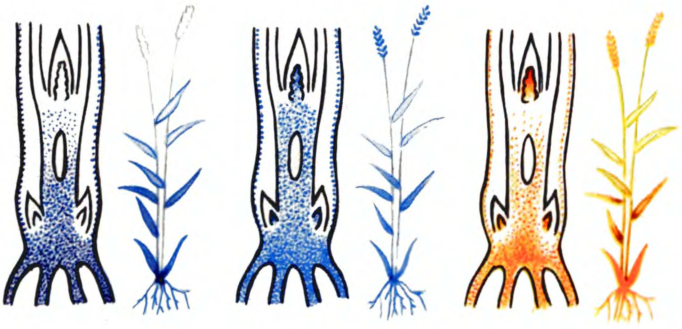
ФОСФАТЫ В СРЕЗАХ ЧЕРЕШКОВ ЛИСТЬЕВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ



В середину кружков фильтровальной бумаги были прижаты, как печать, поперечные срезы черешков листьев свеклы. Их отпечатки были окрашены реактивами на фосфор. Темно-синие точки — сосуды, проводящие питательный раствор из корней. Три листа: крупный лист, средний и самый молодой. Верхний ряд — черешки со свеклы без фосфорного удобрения. Нижний — с фосфорным удобрением. Раствор фосфатов из корней течет по сосудам, и тем его больше, чем крупнее лист и чем свекла лучше обеспечена фосфором.

ТАБЛИЦА IV

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПО ОРГАНАМ РАСТЕНИЙ



Первый рисунок из каждой пары показывает продольный разрез через молодое растение пшеницы (увеличено), а второй показывает взрослое растение той же пшеницы. Чем сильнее окраска, тем больше нитратного азота (первая пара растений), или фосфата (вторая пара), или калия (третья пара).

Азотные удобрения больше всего применяют в виде аммиачной селитры. В ней содержится аммонийная соль азотной кислоты — селитры (в технике так называют соли азотной кислоты). Следовательно, здесь азот содержится в двух видах: в виде аммония и в виде азотной кислоты. А всего в ней азота около 34%. Аммонийная соль очень гигроскопична — сильно поглощает влагу и уплотняется в куски. Поэтому ее делают в виде зерен — гранул (гранулированное удобрение). В таком виде ее легче вносить в почву.

Второе азотное удобрение, которое довольно часто применяется,— сернокислый аммоний, или сульфат аммония (сульфатом называют соли серной кислоты). В нем азот находится в виде аммония и содержится его около 20%. Мочевина содержит 46% азота.

Фосфорные удобрения употребляются больше всего в виде фосфоритной муки и суперфосфата. Фосфоритная мука — это размолотый фосфорит, минерал, добытый из земли. В ней фосфор находится в довольно труднорастворимой форме, и потому ее лучше применять на кислых почвах, где благодаря почвенной кислотности фосфор переходит в растворимое состояние и становится доступнее растениям. Часто фосфоритную муку добавляют в компосты, где органические кислоты также переводят фосфор в более растворимое состояние. Внесенная в почву фосфоритная мука постепенно растворяется и потому действует хорошо на посевы в течение многих лет.

Суперфосфат получен путем обработки серной кислотой, либо фосфорита, либо апатита. Фосфора в нем содержится от 14 до 20%, и он более доступен растениям. Поскольку в суперфосфате есть остатки серной кислоты, то он тоже поглощает влагу и может слежаться в большие куски. Поэтому его гранулируют. Такой зернистый гранулированный суперфосфат особенно хорошо применять одновременно с посевом.

Для повышения содержания фосфора в суперфосфате начали выпускать более концентрированный, двойной суперфосфат. В нем фосфора уже около 40%. Есть суперфосфат с добавкой магния или бора.

Калийные удобрения. Чаще применяют два вида калийных удобрений: хлористый калий и 40-процентную калийную соль. Хлористый калий — белый или серый

мелкокристаллический порошок, слабо слеживается. Содержит от 50 до 60% окиси калия.

40-процентная калийная соль — механическая смесь хлористого калия с измельченной калийной породой, сильвинитом. Сильвинит красного цвета, и красноватые крупинки видны в составе этого удобрения.

В последнее время стали готовить удобрение, в котором есть и калий и магний, и называется оно калимагнезия.

Есть также еще калийное удобрение в виде сернокислой соли калия, или сульфат калия. В нем содержится около 45—50% окиси калия.

Сейчас химики работают над получением удобрений, в которых находились бы все главнейшие элементы питания растений. Такие удобрения называются сложными.

Кроме этих удобрений с макроэлементами, есть ряд микроудобрений: борных, марганцевых, медных и других. При их применении надо твердо помнить, что они нужны растению в очень малых количествах и только после удовлетворения его потребности в макроэлементах. Многие почвы и органические удобрения в тех или иных количествах содержат микроэлементы. Потребность в некоторых из них (в боре, марганце, железе) может возникнуть у растения после сильного применения извести и значительного повышения урожая от макроудобрений.

Для правильного применения удобрений надо хорошо знать почвы и их богатство. Чтобы каждый совхоз и колхоз знал свои почвы и запасы в них питательных веществ, у нас в Союзе организована агрохимическая служба. Ее задачи: составить почвенно-агрохимические карты на каждое хозяйство, на каждое его поле, сад, луг; вносить удобрения с учетом свойств почв, а затем следить, не ухудшилось ли плодородие почв и как его улучшить в дальнейшем; использовать методы растительной диагностики и давать указания по применению удобрений.

После всего что мы узнали о свойствах почв, о видах удобрений и о значении питания растений в формировании урожая, можно составить себе представление, как надо вносить удобрения. Основное требование рас-

тения — все время иметь нужное количество питания. Поэтому надо так внести удобрения и так подготовить почву, чтобы корни и молодого растения и более взрослого находили удобрения.

У молодого растения корни расположены мелко. А мы узнали, что в это время ему нужны все питательные вещества, и особенно фосфор. Поэтому фосфорное удобрение — суперфосфат — хорошо внести неглубоко, поближе к будущему ростку. Но так как корни из этого горизонта уйдут, а фосфорные удобрения в почве почти неподвижны, то неглубоко обычно вносят лишь небольшую часть суперфосфата, а основную запахивают глубже: ее вносят до посева и запахивают плугом.

Органические удобрения и известь также лучше вносить под пахоту.

Азотные удобрения хорошо растворимы в воде, они легко могут вымыться глубже корней и будут потеряны для урожая. Поэтому их надо вносить так, чтобы они использовались полнее растением,— не очень глубоко и не очень задолго до посева, а частично даже после посева, в подкормку.

Калийные удобрения тоже вымываются водой, но меньше, чем азотные. Поэтому их вносят и до посева, и при посеве, и в подкормку — в зависимости от богатства почвы калием и от того, как нуждается в нем выращиваемая культура.

Для подкормок растений можно применять болтушку из птичьего помета или навоза, а также разбавленную навозную жижу. При внесении любых удобрений в подкормку надо не ожечь растение удобрением — разбавлять водой, наносить больше на почву, а не на растение, и делать это лучше после захода солнца.

КАК И ЧТО МОЖНО СДЕЛАТЬ В ШКОЛЕ, ЧТОБЫ УЗНАТЬ У РАСТЕНИЯ, В ЧЕМ ОНО НУЖДАЕТСЯ, ПРОИЗРАСТАЯ В ПОЛЕ, ОГОРОДЕ, САДУ ИЛИ НА ЛУГУ.

Все, что здесь рассказано о жизни растений, можно и самим подметить, самим узнать. Надо только быть полюбознательней, полюбопытней и захотеть самому найти ответ: почему в этом месте так растет растение, а в другом — иначе?

Познать природу в ее разнообразии, в ее изменчивости и в ее постоянстве — это такое увлекательное, такое интересное дело и такое нужное, что невозможно остаться равнодушным к нему.

Вся жизнь человечества связана с тем, насколько человек понял и овладел природой, ее законами и как он сумел их подчинить своей воле.

Растение — зеленый друг человека. А как оно живет? Чем ему можно помочь, чтобы оно, в свою очередь, и нам помогло сытнее, богаче и веселее жить?

Давайте подумаем, как приступить к познанию жизни растений юннату и просто каждому школьнику.

Очень многое нам станет ясным, если мы, бывая в лесу или на лугах, не безразлично смотрим на окружающую нас «зелень», как многие горожане называют весь растительный мир, а постараемся присмотреться и отметить, где и какие растут растения: где дубы, а где осина, где ель, а где сосна. И какие из них чувствуют себя лучше, а какие хуже.

Присмотревшись к местности, мы уже кое-что сможем понять. На холме, на южном сухом склоне растительность будет одна, а в низине или на северном склоне — другая. Эти различия имеют и деревья и травы. А причины их — разная влажность почвы, разная температура, разные запасы питания. Так, первый, очень беглый осмотр местности дает нам сведения о причинах различий в растительности.

А теперь давайте проведем такое наблюдение. Начнем с растительности у реки, или канавы, или болота — словом, с того места, которое расположено пониже и побогаче водой. Поднимаясь от этого места на верхние участки, проследим, как изменяется растительность в связи с уменьшением запасов воды и пищи в почве.

Надо найти главенствующее растение у самой воды; подвигаясь все дальше от воды, будем следить, как скоро это растение перестало быть главенствующим, а потом и совсем исчезло. Вместо него стали уже другие главенствовать. А затем и они заменились другими.

Чтобы от таких наблюдений остались хорошие материалы и потом можно было в школе их еще раз обсудить, нужно сделать план местности и на нем отметить, как главенствующие растения теряют свои позиции и где начинают заменяться другими. Хорошо собрать гер-

барий таких разных растений, а на этикетках к ним поточнее записать, где, когда и кто их собрал.

Интересно взять по нескольку хороших и слабых растений и потом, придя в помещение, быстро, пока они не завяли, проанализировать их. Это покажет, каким было питание растений в том или другом месте — когда его было достаточно и когда стало не хватать.

Если же вы живете в местности, где очень сухо и жарко, то, видимо, там есть почвы разной степени засоления. Продвигаясь от сильно засоленного пятна к почвам менее засоленным, вы отметьте смену растительности, соберите гербарий, сделайте план-карту местности и проанализируйте растение.

В горной местности эти различия будут еще резче, еще показательней. Словом, где бы вы ни жили, везде такие наблюдения откроют вам многие из причин разного состояния растительности. А установив это, поймете, как можно вмешаться в жизнь растений и улучшить условия для тех, которые нам наиболее полезны.

Возможно, вы найдете новое растение, которое можно ввести в культуру — высевать и получать урожай. Для этого прежде всего надо знать, где оно росло и где чувствовало себя хорошо, чтобы создать ему эти условия. Вот здесь-то и пригодятся все наблюдения и анализы растений, взятых из природной обстановки.

Делая описания растений, не забудьте отметить их рост, силу цветения и плодообразования, то есть их продуктивность. А также все те сведения о них, которые мы описывали как признаки визуальной диагностики.

Не менее интересно наблюдать за растениями в посевах. Если по всему полю растения одинаково хорошо растут и почти совсем нет сорняков, то это значит, что растения выращивают правильно и урожай будет хороший. Такие растения мы можем принять за норму. Их надо поподробнее описать, взять пробы и проанализировать. А агронома или хозяина поля расспросить, как он обрабатывал почву, как и чем удобрял, какой сорт, какие семена высеял и все ли хорошо в уходе за растениями или можно сделать еще какое-либо улучшение.

Часто можно видеть, что посев не одинаковый в разных участках поля: где получше, а где плохой. На карту поля надо нанести эти пятна плохих и хороших растений. Посмотреть, одинакова ли под ними почва и вооб-

ще местность ровная или холмистая, и где лучше растения — внизу, на возвышенности или на склоне, и на каком: на южном, северном, западном или восточном. Нет ли массовых вредителей или иных повреждений. И конечно, спросить агронома, что было здесь раньше, засевалось ли поле одной культурой или разными, какими именно и как его обрабатывали, удобряли...

В поле вы проводите описание растений — отдельно плохих и хороших, гербаризируете их и берете пробы на анализ. Отмечаете все признаки визуальной диагностики и зарисовываете их. Пробы в школе взвешиваете и высчитываете, сколько весят 10 растений, хороших и плохих. После их анализа на содержание азота, фосфора и калия вы сравниваете эти две группы растений по всем вашим наблюдениям. Все это даст вам возможность понять, что мешает растениям нормально расти и в чем они нуждаются.

Чтобы убедиться, правильно ли все выяснено, можно провести опрыскивание или смазать листья небольшой части растений слабым раствором питательных веществ, как это описано в разделе «Как узнать, в чем нуждаются растения».

Через два дня после такой обработки надо ежедневно осматривать растения, чтобы не пропустить действие примененных питательных растворов.

Еще более наглядно можно «выспросить» растение — какое питание для него лучше и как оно отвечает на недостаток его,— если провести опыты с удобрениями: либо в сосудах (в горшках, банках) — вегетационные опыты, либо в поле, огороде или в саду — полевые опыты. Как это сделать, описано в разделе «Как узнать, в чем нуждаются растения».

В вегетационных опытах, чтобы узнать, когда потребность растения в питательных веществах удовлетворена, когда нет, а когда питание слишком обильно, надо в разные сосуды дать разные дозы удобрений: в одни совсем не дать того или иного элемента, в другие дать мало, в третьи — среднюю дозу и в четвертые — избыточно много. Тогда можно получить четкие визуальные признаки нарушения питания. У вас будут образцы, по которым легко распознать недостаток или вредный избыток питания определенным элементом в поле, в саду и в лесу.

Сделав анализы растений из разных сосудов, вы узнаете, какой состав будет нормальным, какой — недостаточным и какой — избыточным. А сравнение с цифрами по приростам этих растений скажет вам, как питание влияет на рост и формирование урожая.

Такие опыты лучше провести зимой в школе или дома; летом в лесу, на лугу, в поле вы сможете проверить ваши опыты.

Ставя опыты зимой, не забывайте вести дневник наблюдений и тетрадь для аналитических работ. Необходимо твердо усвоить правило — никогда не доверять памяти и все подробно записывать. Для записей заведите отдельные тетради: черновые или чистовые, но всегда тетради, а не листки бумаги.

До закладки опытов надо провести еще одну работу — определить всхожесть семян. Из начавших прорастать в опыт отберите те семена, которые раньше начали прорастать, дали более сильные корешки и ростки. Отбирать надо по возможности одинаковые семена. Иначе разница между опытными растениями будет не только от наших воздействий на растения, но и от разной жизненной силы семян.

Разная жизненная сила семян очень интересный для исследования вопрос. Поставив опыт, можно, например, установить, как и насколько различаются требования растения к питанию в зависимости от запасов его в семени. Вы уже и сами, наверное, догадались, как можно провести такой опыт. Надо иметь по два-три сосуда с одинаково малой и большой дозой удобрений; высадить в один из них только сильные проростки, а в другой, с такими же удобрениями,— слабые проростки. Понаблюдать за их ростом, сделать анализы на азот, фосфор, калий и семян, и проростков, и выросших из них растений. Получив ответ, вы увидите, как качество семян влияет на способность растений поглощать питательные вещества почвы и удобрений, на рост растений и на урожай, а также установите зависимость их от особенностей посева и действия удобрений.

Вот сколько интересных вопросов вы можете поставить растению и заставить его ответить, как и что можно сделать, чтобы растение дало хороший урожай, и что мешает, вредит его нормальной жизни.

Приложение № 1

Дневник
наблюдений за ростом и состоянием растений

Год
Начало наблюдений
Конец наблюдений
Место наблюдений: область, район, город или поселок, № школы, кружок или станция юннатов и т. д.
Кто проводит
Руководитель
Участники работы

Название опыта (полевой, вегетационный или проращивание семян).

Тема опыта (на какой вопрос необходимо получить ответ).

При полевом опыте вести следующие записи:

1. Место проведения опыта (поле, и какое: огород, сад или пришкольный участок); история поля (что было здесь ранее).

2. Схема опыта (назвать содержание каждой делянки, какие удобрения и т. д.).

3. Размер делянки, число повторностей (размер делянки при разбивке и при учете урожая).

4. План опытного участка (с указанием всех размеров, привязок, внесенных удобрений и т. д. План начертить в масштабе).

5. Время проведения каждой работы на участке (разбивка опыта, внесение удобрений, вспашка, посев, прополка, полив, уборка и др.).

6. Опытное растение (назвать его, указать сорт, всхожесть и качество семян, рассады и т. д.).

7. Особенности погоды:

Дата наблюдений	Особенности погоды

8. Наблюдения за ростом растений (отмечать начало появления всходов и массовые всходы; какие они — ровные, сильные или плохие, желтые, белесые, слабые и т. д.; записи ведутся поделяночно):

Дата наблюдений	№ делянок												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	и т. д.
Всходы: начало массовые													
Появился 2-й лист													
Появился 3-й лист (и т. д. по всем фазам)													

Так же отмечают время начала бутонизации, а у злаков — выход в трубку, цветение, образование плодов и семян, их созревание. Число их на растении, размеры, окраска и другие особенности, по которым можно узнать, как «работало» растение.

9. Время взятия проб растений на анализ (указать, какие части взяты и в какую фазу развития растения); время взятия растений для гербария и время зарисовок.

10. Время уборки урожая (как был убран урожай, как взяты пробные снопы, где высушены и где хранятся).

Данные по учету урожая

№ повторностей	№ делянок	Удобрения	Сырой вес урожая (в кг)			Сухой вес урожая (в кг)	
			пробного снопа	остальной части делянки	всего с делянки	пробного снопа	зерна или семян из него

Пересчет урожая на сухой его вес (в кг на делянку и в ц на га)

№ повторностей	№ делянок	Удобрения	Весь урожай с делянки	Вес зерна с делянки	Вес соломы с делянки	Урожай (в ц на га)		
						зерна	соломы	всего

Так же ведут учет урожая картофеля, свеклы и др. Урожай огурцов, помидоров и других овощей учитывают при каждом съеме, а ботву — в конце уборки.

При проведении вегетационного опыта нужно отмечать следующее:

1. Тема опыта.
2. На чем выращиваются растения (на почве, песке, воде). Если на почве, то указать, откуда взята и как подготовлена к опыту. То же и о песке и воде (водопроводная, колодезная, речная или дождевая).
3. Какие удобрения или питательные соли были внесены в каждый сосуд и сколько:

Название соли	Раствор (в г на л)	Сколько дано на сосуд (№)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	и т. д.

4. Растение (название, сорт, качество семян или рассады и т. д.).
5. Где содержался опыт (в комнате, на окне, в теплице, на дворе и т. д.).
6. Все наблюдения ведутся так же, как указано в дневнике для полевых опытов.
7. Учет урожая (проводится по сосудам, в г):

№ сосудов	Удобрения	Число растений в сосуде	Сырой вес всех растений в сосуде	Сухой вес на сосуд			То же на 10 растений
				зерна	соломы	всего	

Для опыта с проращиванием семян:

1. Название растения.
2. Сорт (где взяты семена).
3. Дата постановки на проращивание.
4. Результаты проращивания:

Дата наблюдений	Число проросших семян	Число загнивших семян	То же в процентах	
			проросших	загнивших

Для опыта по опрыскиванию растений питательными солями.

1. Место проведения опыта (поле, сад, огород, участок и т. д.).
2. Растение (название, фаза развития).
3. Признаки нарушения роста и развития (изменения в окраске листьев, пятна, полосы на них, искривления, задержка роста, количество и величина листьев, бутоны, цветы, плоды и т. д.).
4. Растворы каких солей нанесены на какую часть растений:

Название соли	Количество г соли в 1 л	Когда опрыснуто	Обработанная часть посева, растения

5. Результаты опыта (отметить, когда появились первые признаки улучшения, когда они стали более зеленые. Какие это признаки. Под действием какого элемента. Какие удобрения требуются растениям).

Приложение № 2

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ТЕТРАДЬ

Год
Место проведения работы
Кто анализирует
Какое растение (название)
Из какого опыта или из поля, леса и т. д.
Фаза развития растения и его состояние
Когда взято растение
Когда анализировано
Результаты анализа

Откуда взято растение (№ делянки, № сосуда или название участка и т. д.)	Какое было дано удобрение	Часть растения в анализе	Азот нитратов						Фосфаты						Калий					
			образцы						образцы						образцы					
			1	2	3	4	5	среднее	1	2	3	4	5	среднее	1	2	3	4	5	среднее

Каждый анализ делается не менее чем на пяти растительных образцах, взятых с одного и того же участка, делянки или из сосуда. Из них затем вычисляется среднее арифметическое.

Приложение № 3

Концентрации растворов для опрыскивания растения

Название соли	Химическая формула соли	Сколько надо растворить в 1 л воды г соли
Азотная (в виде мочевины)	$CO(NH_2)_2$	1,0
Фосфорная (Монофосфат натрия)	NaH_2PO_4	1,0
Хлористый калий	KCl	4,0
Хлористый кальций	$CaCl_2$	4,0
Сернокислый магний	$MgSO_4$	0,5
Хлорное железо	$Fe\ Cl_3$	0,4
Марганец сернокислый . . .	$MnSO_4$	0,5
Борная кислота	H_3BO_3	0,12

Приложение № 4

Питательная смесь для вегетационных опытов в песчаных или водных культурах

Название соли	Химическая формула соли	Сколько соли надо на сосуд с 4 кг песка	Раствор солей для внесения в сосуды	
			концентрация (г соли на 1 л воды)	сколько внести в сосуд с 4 кг песка концентрированного раствора
Азотнокислый кальций	$Ca(NO_3)_2$	2,832	56,64	50
Хлористый калий	KCl	0,300	12,00	25
Фосфорнокислый калий	KH_2PO_4	0,544	10,88	50
Железо лимоннокислое		0,152	7,60	20
Магний сернокислый	$MgSO_4$	0,492	24,60	20
Борная кислота	H_3BO_3	0,024	2,4	10
Медь сернокислая	$CuSO_4$	0,016	1,60	10
Марганец сернокислый	$MnSO_4$	0,056	5,60	10

Приложение № 5

Приготовление реактивов для анализа растений по методу В. В. Церлинг

Реактивы, для приготовления которых используются крепкие кислоты, необходимо готовить только под наблюдением взрослых.

А. Реактив для определения нитратного азота.

1. Раствор дифениламина: 1 г дифениламина растворяют в 100 мг крепкой серной кислоты (уд. вес. 1,84).

Б. Реактивы для определения фосфатов.

1. Раствор молибденовокислого аммония: 5 г молибденовокислого аммония растворяют в 100 см^3 дистиллированной воды, затем добавляют 35 см^3 крепкой азотной кислоты (уд. вес 1,3) и хорошо перемешивают. При образовании желтого осадка реактив испортился. Надо сделать новый.

2. Раствор бензидина: 0,1 г бензидина растворяют в 10 см^3 крепкой уксусной кислоты, затем добавляют 10 см^3 насыщенного водного раствора уксуснокислого натрия и приливают 50 см^3 дистиллированной воды. Реактив годен не более 3—4 месяцев.

3. Насыщенный водный раствор уксуснокислого натрия: в капельницу с 20 см^3 дистиллированной воды насыпают соль уксуснокислого натрия до тех пор, пока она не перестанет растворяться; на дне должен остаться небольшой осадок соли.

В. Реактивы для определения калия.

1. Раствор дипикриламината магния: 3 г дипикриламина и 1,3 г окиси магния растворяют в 100 см^3 дистиллированной воды и оставляют ее на 15—20 часов; после этого раствор фильтруют.

2. Соляная кислота: один объем крепкой соляной кислоты (уд. вес 1,2) разбавляют пятью объемами воды.

СОДЕРЖАНИЕ

Растение рассказывает об условиях своей жизни 3

Чем культурное растение отличается от дикого 18

Что такое почва и ее плодородие 21

Как живет и питается растение 29

Человек помогает растению и создает для него нужные условия жизни 45

Как узнать, в чем нуждается растение 48

Диагностика потребностей растений в удобрениях . . . 63

Что такое удобрения и какие они бывают 78

Как и что можно сделать в школе, чтобы узнать у растения, в чем оно нуждается, произрастая в поле, огороде, саду или на лугу 83

Для среднего и старшего возраста

Вера Владимировна Церлинг,

доктор биологических наук, заслуженный деятель наук РСФСР

РАСТЕНИЯ РАССКАЗЫВАЮТ

Ответственный редактор *Г. А. Иванова.* Художественный редактор *Н. З. Левинская.* Технический редактор *И. Я. Колодная.* Корректор *Е. А. Флорова.* Сдано в набор 26/VII 1974 г. Подписано к печати 31/I 1975 г. Формат 84×108 1/32. Бум. типогр. № 2. Печ. л. 3,13. Усл. печ. л. 5,26. Уч.-изд. л. 5,1+2 вкл.= =5,31. Тираж 100 000 экз. А03654. Заказ № 3177. Цена 32 коп. Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Детская литература». Москва, Центр, М. Черкасский пер., 1. Ордена Трудового Красного Знамени фабрика «Детская книга» № 1 Росглавполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, Сущевский вал, 49.

Церлинг В. В.

Ц45 Растения рассказывают. Научно-популярная литература. Переиздание. Рис. В. Соболевского. М., «Дет. лит.», 1975.

95 с. с ил. (Библиотечка пионера «Знай и умей»).

Книга о питании растений, химических удобрениях и о приборе ОП-2-Церлинг, с помощью которого школьники могут определить, в какой пище нуждаются растения.

Цена 32 коп.